Morphologie des Aargauer Tafeljura.

Mit 4 Tafeln.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde

von

PAUL VOSSELER

aus Basel.

BASEL

Buchdruckerei Emil Birkhäuser

1918.

Morphologie des Aargauer Tafeljura.

Mit 4 Tafeln.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde

von

PAUL VOSSELER

aus Basel.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

BASEL

Buchdruckerei Emil Birkhäuser

1918.

Genehmigt von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Abteilung der Philosophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren Dr. *G. Braun* und Dr. *C. Schmidt*.

Basel, den 5. Juli 1917.

G. Senn, Dekan.

Separatabdruck aus den Verhandlungen
der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Band XXIX.

MEINER LIEBEN FRAU

IN HERZLICHER DANKBARKEIT GEWIDMET.

Morphologie des Aargauer Tafeljura.[1])

Von

Paul Vosseler.

Mit vier Tafeln (XI—XIV).

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Ueberblick 215
Geologischer Ueberblick 217
Die obermiocäne Rumpffläche.
Einleitung 222
Der Thiersteinerberg und die Hochfläche von Anwil 226
Die Hochfläche des Bötzbergs 227
Die Höhenzone zwischen dem Frick- und Aaretal 229
Zusammenfassung der Ergebnisse 233
Ausräumungsgebiete.
Das obere Fricktal 236
Das Ausräumungsgebiet im Süden des Rheins 240
Das Rheintal zwischen Leibstadt und Säckingen 251
Das Aaretal 252
Ausräumungsgebiete westlich der Aare 253
Das Gewässernetz 256
Zusammenfassung 258
Uebersicht über Kartenmaterial und Literatur 259
Bemerkungen zu den Tafeln 263
Stereogramm des Aargauer Tafeljura 263
Kartenskizze der obermiocänen Rumpffläche 263
Strukturkarte des Aargauer Tafeljura 266
Geologische Karte des Aargauer Tafeljura 266
Morphologische Karte des Aargauer Tafeljura 268
Profil zwischen Schwarzwald und Kettenjura 268
Vier Profile zur Erläuterung der Entwicklung der Landschaftsformen 269
Formations- und Mächtigkeitstabelle 265
Tabellarische Zusammenstellung der Vorgänge im Aargauer Tafeljura . . 267
Nachschrift 270

---

[1]) Das Gebiet ist dargestellt auf Blatt III der Dufourkarte 1 : 100 000, ebenso auf den Blättern des Siegfriedatlasses 1 : 25 000, Bl. 19. Sisseln, 20. Laufenburg, 21. Koblenz, 22 Klingnau, 32. Frick, 33. Bözen, 34. Wölfliswil, 35. Veltheim, 36. Stilli, 38. Brugg.

Überblick.

Das Gebiet, das dieser Arbeit zugrunde liegt, und das ich unter dem Namen des Aargauer Tafeljura zusammenfasse, ist die Landschaft, die sich zwischen Rhein und Faltenjura ausbreitet. Nach Westen möchte ich es begrenzen durch eine Linie, die vom Thiersteinerberg nach Sisseln verläuft, denn westlich dieser Linie treten die letzten, in NS-Richtung verlaufenden Keilgräben auf, die A. Buxtorf[2]) als Pressungs- und Torsionserscheinungen der Sedimentplatte in der Nähe des Rheintalgrabens auffasst. Im E bildet die Aare die Grenze, denn östlich dieses Flusses treten andere, durch die Eiszeiten bedingte Formen auf.

Im Norden fliesst der Rhein in einem breiten, doch tiefen Tal. Er scheidet die in geologischer Hinsicht zusammenhängenden Landschaften des Schwarzwald und des Tafeljura in zwei, morphologisch ganz verschiedene Gebiete. Im Norden senkt sich der Schwarzwald in flach geneigten Hängen zum Rhein hinunter. Nur da, wo Brüche das Gelände durchziehen, wie südlich dem Eggberg, fällt er in steiler Bruchstufe ab. Diesen allmählichen Übergang von den Höhen zum Tal zeigen sogar die Muschelkalkberge N Waldshut. Ein ganz anderes Bild zeigt sich auf der linken Rheinseite. Steil, unvermittelt erheben sich die Muschelkalkberge zwischen Stein und Felsenau. Ihr Fuss ist bedeckt von mächtigen Gehängeschutt- und Bergsturzdecken. Nur ganz schmale Terrassenreste legen sich an das Rheinufer. Der Fluss scheint sich immer mehr nach Süden einzuschneiden, und nur da, wo diluviale Schottermassen und Schuttkegel grösserer Bäche ihn nach Norden drängen, sind die Hänge von seinen Angriffen geschützt. In mühevollem Anstieg gelingt es uns, auf die Höhe dieser Muschelkalkstufen zu gelangen. Hier dehnen sich ebene Hochflächen aus, die in ca. 500 m Höhe liegen und sich schwach gegen Süden senken. Als charakteristisches Beispiel, dessen Name schon seine Form andeutet, sei der Ebneberg bei Laufenburg erwähnt. Diesen Ebenheiten sind sanfte Kuppen aufgesetzt, die sie etwa um 60 m überragen. Sie bestehen aus oberen Keuper mit schwachen Liasrelikten. Südlich dieser Tafelberge erhebt sich ein Muschelkalkhöhenzug. Er beginnt im Kaistertal bei Käsiberg und zieht sich in ENE-Richtung bis zur Wandfluh. Sein Nordhang steigt leicht an, doch im Süden ist er begrenzt durch einen steilen von Gehängeschutt bedeckten Abhang. Westlich des Kaistertales gehen die Tafelberge über in steil aufsteigende Hauptrogensteinhöhen. Diese überragen sie um 200 m. Südlich des Höhenzugs zwischen Käsiberg und Wandfluh aber ist eine

[2]) A. Buxtorf. Prognosen. a. a. O. 240.

Schichtstufenlandschaft entwickelt. In kleinen Restbergen ist noch der Hauptrogenstein vorhanden, dessen obere Fläche dann auch in die höhere Hauptrogensteinstufe übergeht. Diese steigt bis über 700 m und bildet eine zusammenhängende Höhenzone, die nur von schwachen Einsenkungen unterbrochen ist. Im Osten übernehmen die Malmkalke die höhenbildende Rolle des Hauptrogensteins.

Auf dem Tiersteinerberg und dem Bötzberg finden wir eine ausgedehnte Ebene. Nach sehr steilem Anstieg über den nördlichen Abhang wird es uns möglich, stundenlag auf einer mässig nach Süden geneigten Fläche fortzuwandern. Es wird später entwickelt werden, dass wir eine Rumpffläche vor uns haben. Zwar ist sie nur noch an den erwähnten Orten vorhanden. Die Erosion hat grosse Teile zerstört und hat eine Schichtstufenlandschaft entwickelt. So befinden wir uns in der Gegend von Frick in einer weiten Talung, die das Aussehen einer Ausräumungsmulde besitzt. Im Halbkreis umgeben sie hohe steile Berghänge von Hauptrogenstein. Bäche haben ihren Zusammenhang zerstört und haben die Stufe in trapezförmige Stücke zerlegt. Im S. und E. bedingen dann die weichen, von dunkeln Föhren- und Tannenbeständen bewachsenen Effingerschichten das Aussehen der Gegend. Nicht mehr ist wie in Frick ein Ausräumungskessel vorhanden, sondern es treten niedere langgestreckte Riedel mit sanften Abhängen auf. Über sie erheben sich dann die steilen Malmkalkstufen. Auch sie sind in schmale hohe Riedel zerlegt und die Bäche greifen mit steilem Gehänge in die sie trennenden Täler ein.

Südlich einer Linie, die von Oltingen über Linn nach Villnachern zieht, verändert sich das Bild. Das Relief wird nicht mehr gebildet von weiten Ebenheiten und steilen Stufen, sondern bis zu 400 m absoluter Höhe reichende Berge türmen sich auf. Es ist der Kettenjura, der sich hier mit seinen nördlichsten Falten und Überschiebungen auf die Sedimenttafel des Tafeljura legt. Er zeigt Formen, die von den bis jetzt besprochenen gänzlich verschieden sind.

In diese Landschaft haben Flüsse ihre Täler eingegraben. In einem sehr breiten Tal fliesst die Aare. Ihr Lauf ist begleitet von zum Teil hochgelegenen Schotterterrassen, die uns sein Alter bestimmen lassen. Sie fliesst quer zum Streichen der Schichten, die zwar nur selten bis an den Fluss herantreten. Sie strömt bei Felsenau-Koblenz in den Rhein, oder, wenn man die Wassermengen vergleicht, empfängt sie ihn als Zufluss. In einem Bogen biegt dann der Strom bei Waldshut nach SW. um und behält ungefähr diese Laufrichtung, hin und her schlängelnd, bis Stein-Säckingen. In ihn ergiessen sich Bäche mit kleinem Einzugsgebiet und gestrecktem Unterlauf.

Nur der Sisselnbach greift in seinen Quellflüssen bis in den Kettenjura hinein. Diese sammeln sich in der Gegend von Frick und fliessen durch das breite, von Schotterterrassen erfüllte untere Fricktal. Eingesenkt in seine Anschwemmungen und in die Rheinniederterrasse, ergiesst sich dann diese Sammelader bei Sisseln in den Rhein.

Gegen Osten fliessen nur schwache Bäche der Aare zu, die zum Teil auf der Bötzberghochfläche ihren Anfang nehmen.

Der Aargauer Tafeljura ist ein Gebiet grosser Ursprünglichkeit. Wohl finden sich überall Rodungen in der ursprünglich die ganze Gegend überziehenden Walddecke, doch bedecken noch grosse ausgedehnte Forste die Höhen. Die Besiedlung ist ziemlich dicht, doch sie zieht sich in den Tälern in grossen Dörfern zusammen.

Über das ganze Gebiet sind aber auch Einzelsiedlungen zerstreut, die oft noch recht altertümliche mit Strohdächern bedeckte Einheitshäuser zeigen.

Die Mannigfaltigkeit des Landschaftsbildes macht den Aargauer Tafeljura zu einer recht lieblichen, wohl sehenswerten Gegend.

Es ist nun Aufgabe der folgenden Zeilen, dieses in grossen Zügen gegebene Bild durch Beschreibung der einzelnen natürlichen Landschaften zu vervollständigen und dann zu versuchen, zum Verständnis der Formen zu gelangen.

Geologischer Überblick.

Karten:

J. Schill: Geol. Karte d. Grossht. Baden, Sektion Waldshut. 1 : 50000.
F. Mühlberg: Geol. Karte des untern Aare-Reuss- und Limmattales. 1 : 25000.
E. Brändlin: Geol. Karte d. nördl. Aarg. Tafeljura zwischen Aare und Fricktal. 1:100000 und Handschriftliche Originalaufnahme.
L. Braun: Geol. Karte des Blattes Frick. Handschr. Originalaufnahme. (Herr Prof. Dr. C. Schmidt hatte die Liebenswürdigkeit, mir die Benützung dieser handschriftlichen Karten zu gestatten.)
Geol. Karte der Schweiz. 1:100000. Blatt III.

Literatur:

Peter Merian: Beiträge zur Geognosie. Basel 1821.
Peter Merian: Über den Aarg. Jura. Bericht. ü. d. Verh. der Basler naturf. Gesellsch. 1851. 137.
Cas. Moesch: Der Aarg. Jura und die nördl. Gebiete des Kantons Zürich. Beiträge IV. 1867.
Jul. Schill: Geol. Beschreibung der Umgebung v. Waldshut. Beitr. zur Statist. d. innern Verwalt. d. Ghzt. Baden. 23. 1867.
A. Gutzwiller: Die löcherige Nagelfluh. Ber. d. Gewerbeschule Basel. 1880.
F. Mühlberg: Kurze Skizze der geol. Verhältnisse des Bötzbergtunnels etc. Mitt. d. aarg. nat. Ges. V. 1889.

J. J. Früh: Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh in der Schweiz. Neue Denkschrift der allgem. Ges. für die gesamten Naturwissensch. 30. 1890.
L. du Pasquier: Über die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beitr. NF. 1. 1891.
F. Mühlberg: Berichte über Exkursionen 1892: Eclogae XXIII. 1892. 181. 413. 1894. Compte-rendu du congrès international 6⁰ session 1894. 1901. Eclogae VII. 1902.
Jul. Sitzenberger: Über die beim Bahnbau zwischen Koblenz u. Stein im Aargau zu tage getretenen Triasgesteine. Vierteljahrsschrift d. nat. Ges. in Zürich 38. Heft 2. 1892.
F. Mühlberg: Geol. Exkursionen im östl. Jura und aarg. Quartär. Livret-guide 1894.
C. Schmidt: Geol. Beschreibung des östl. Aargauer Juras. Livret-guide 1894. 41.
Aug. Buxtorf: Über vor- oder alt-miocäne Verwerfungen im Basler Tafeljura. Eclogae VI 1899. 176.
M. Mühlberg: Brauner Jura in der Nordschweiz. Eclogae VI 1900. 293.
A. Buxtorf: Geologie der Umgebung von Gelterkinden. Beiträge NF. XI. 1901.
F. Mühlberg: Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Ktons. Aargau. 1901.
F. Mühlberg: Erläuterungen zu den geol. Karten des Grenzgebietes zwischen Ketten- u. Tafeljura. I. Lägernkette. Eclogae VII. 1902. 246. II. Aare-Reuss- u. Limmattal. Eclogae VIII. 1904. 487.
F. Brombach: Beitr. zur Kenntnis des Trias. am SW. Schwarzwald. Mitt. d. Grh. Bad. Landesanstalt. IV. 1903. 429.
F. Schalch: Nachträge zur Kenntnis des Trias am Südöstl. Schwarzwald. Mitt. d. Grh. Bad. Landesanstalt. V. 1906.
E. Schaad: Die Juranagelfluh. Beiträge. N.F. XXII. 1908.
J. H. Verloop: Die Salzlager der Nordschweiz. Diss. Basel 1909.
Ed. Blösch: Zur Tektonik des schweizerischen Tafeljura. N. Jb. für Min. etc. Beilage Bd. XXIV. 1910. 593.
A. Buxtorf: Oberflächengestaltung u. geol. Geschichte des nordschweizerischen Tafeljura. Verh. d. schweiz. nat. Ges. 93. Jahresber. 1910. Bd. I.
E. Brändlin: Zur Geologie des nördl. Aargauer Tafeljuras zw. Aare u. Fricktal. Verh. d. nat. Ges. Basel. XXII. Heft 1. 1911.
F. Mühlberg: Der Boden des Aargaus. Festschrift u. Mitt. d. aarg. nat. Ges. XII. 1911. 149.
S. von Bubnoff: Zur Tektonik des schweizer. Jura. Jahresber. u. Mitt. d. oberrh. geol. Vereins. N.F. II. 1912. 103.
R. Frei: Monographie des schweiz. Deckenschotters Beiträge N.F. XXXVII. 1912.
A. Amsler: Tektonik des Staffeleggebietes. Diss Zürich 1915. Eclogae XIII. H. 4. 1915.
A. Buxtorf: Über Prognosen und Befund beim Hauensteinbasistunnel und die geol. Geschichte und Oberflächengestaltung des Tunnelgebietes und seiner Umgebung. Tätigkeitsbericht d. nat. Ges. v. Baselland. 1916. 178.
A. Buxtorf: Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung des letzteren für die Geologie des Juragebirges. Verh. nat. Ges. Basel. XXVII. 1916. 184.
Alb. Heim: Geologie der Schweiz. Leipzig 1916. Lief. 2.

Über die Geologie des Aargauer Tafeljura orientieren die zum Teil veralteten Arbeiten von P. Merian (1851), Cas. Moesch (1867), C. Schmidt und F. Mühlberg. Erst in neuerer Zeit wurden Teile

der Gegend genau geologisch kartiert und behandelt. So untersucht E. Brändlin den Tafeljura zwischen Höhenzone und Rhein und behandelt besonders die beiden WE. verlaufenden tektonischen Zonen. R. Suter bespricht Blatt Maisprach, L. Braun hat das Blatt Frick kartiert. Von der Gegend des Aare-Reuss-Limmatzusammenflusses haben wir die Aufnahmen und Erläuterungen von F. Mühlberg, dem wir auch Aufnahmen der Übergangszone zwischen Ketten- und Tafeljura verdanken. Ebenso hat S. Amsler in die Überschiebungszone des Staffeleggebietes Klarheit gebracht. Stratigraphische Horizonte behandeln die Arbeiten von Max Mühlberg, Schaad und Roman Frei. Ein zusammenfassendes Bild über die Tektonik gibt uns Ed. Blösch.

Es sei mir hier erlaubt, in grossen Zügen ein zusammenfassendes Bild der Geologie vom Aargauer Tafeljura zu geben. Zur Orientierung diene die beigefügte geologische Karte, Tafel XII und das Profil. Wir befinden uns auf der Sedimenttafel des Schwarzwalds, die mit etwa 3° Neigung gegen S 20° E. einfällt. Sie baut sich auf aus Rotliegendem und Buntsandstein, die in sehr wechselnder Mächtigkeit die Unebenheiten der permokarbonischen Rumpffläche ausfüllen. Darüber legen sich Mergel und Kalke der Wellenbildungen. Diese Schichten sind für die Morphologie unseres Gebietes nicht von grossem Einfluss, da sie nur an wenigen Orten des Rheintales zutage treten. Die Anhydritformation, die besonders an der Fullhalde in einer mächtigen Gipsgrube aufgeschlossen ist, führt unter dem Grundwasserniveau Salz. Die Auslaugung dieser Gyps- und Salzhorizonte bedingt eine sehr starke Verminderung der Mächtigkeit beim Zutagetreten und ein Einsinken des Hangenden, wie das durch Verloop experimentell bei der Saline Schweizerhall festgestellt wurde. Am Rande des Rheintales sind diese Schichten, die auch als Quellhorizont immer durchfeuchtet sind, die Ursache von Bergstürzen und Schlipfen. Diese erzeugen dann die Flühe des Hauptmuschelkalkes, der aus 50 m mächtigen zerklüfteten grauen Kalkbänken besteht. Ihn überlagert der weiche Trigonodusdolomit. Der Keuper, der ca. 100 m mächtig wird, ist im obern Teile durchsetzt von Sandstein und Dolomitbänken, die Stufen bilden. Der untere Keuper ist ein Horizont zahlreicher Schlipfe. Starke Durchfeuchtung der Mergel und Auslaugung der Gipse sind ihre Ursache. Der Lias, mit harter, aber nicht mächtiger Kalkbank über dem Keuper auflagernd, schliesst diese mergelige Schichtserie, nach oben Stinkkalkbänke führend, ab. Darüber lagern ca. 90 m Opalinustone, die noch mehr als der Keuper zu Schlipfbildung geneigt sind. Das Hangende bildet die mit harten Kalkbänken wechsellagernden Mergel des Bajocien, die dann in die

hellen Kalke des Hauptrogensteins übergehen. Er wird im W bis 80 m mächtig. Wie der Muschelkalk, da er auch wie dieser leicht abspühlbare, weiche Schichten überlagert, bildet er hohe Flühe, deren Fuss von mächtigen, bewaldeten Schutthalden verhüllt ist. Gegen E, östlich der Linie Wessenberg-Geissberg, findet im Hauptrogenstein ein Facieswechsel statt. Seine Mächtigkeit nimmt stark ab und sinkt bis auf 30 m. Auch schalten sich immer mehr Mergellager zwischen die dünner werdenden Kalkbänke ein. Der obere Dogger und das Callovien, die im Westen noch bis 30 m mächtig sind, verschwinden fast vollständig und nur noch die Spatkalke bleiben als harte Bänke bestehen. Mit ihnen zusammen bilden die Birmensdorfer Schichten eine deutliche Stufe. Es sind fossilreiche Schwammkalke, die die Höhen von Wessenberg, Berg und Böttenberg krönen und sich von der Höhenzone nach Süden unter die jungen weichen Effingerschichten senken. Ihre untern Lagen bilden spröde, an der Luft leicht verwitterbare Mergelkalke, die mit den Mergeln bis 150 m Mächtigkeit erreichen. Nach oben gehen sie wieder in Kalkbänke über, die dann von den Geissberg-, Wangener- und Letzikalken überlagert werden. Aus ihnen bestehen die steilen Ränder des Bötzbergplateaus und des Geissberges. Gegen Westen keilen sie aus, da sie von einer Rumpffläche geschnitten sind.

In diesen mesozoischen Sedimenten haben wir also eine abwechslungsreiche Reihe von weichen Mergeln und harten Kalken.

Nach ihrer Ablagerung trat eine längere Pause ein. Die landfest gewordenen Kalkhochflächen verkarsteten. Mit rotem Lehm durchsetzte Breccien füllen Taschen der mittleren Malmkalke. In diese Zeit fällt auch die Bildung des Schwarzwaldes und mit ihr wohl die Aufwölbung der Schichten zu einer flachen Antiklinale von NS-Streichen. Die lang einwirkende Erosion trug sie zu einer Rumpfebene ab, über die dann im Süden und Westen das helvetische Meer transgredierte. Auf sie wurde durch später zu besprechende Vorgänge die Juranagelfluh abgelagert, ein bis 100 m mächtiges Konglomerat von Gesteinen der Sedimenttafel des Schwarzwaldes. Ihre Wechsellagerung mit roten Mergeln, den Helizitenmergeln, sagt uns, dass wir es mit einer rein fluviatilen Bildung zu tun haben. Die Flüsse hatten also in den sarmatischen See des Mittellandes eine Küstenebene aufgebaut. Im westlichen Teile des Gebietes treten bis 80 m mächtige Süsswasserkalkablagerungen. Sie sind wohl Ablagerungen eines Sees, der die Juranagelfluhschuttkegel des Aargaus von denen des Baselbiets trennte.

Jüngere Bildungen treten auf als fluvioglaciale Schotter und Moränen. Erstere bilden im Rhein-Aarewinkel ausgedehnte Ter-

rassen; die Moränebedeckung reicht hinauf bis zu den höchsten Tafelbergen.

Der Aargauer Tafeljura ist nicht die ungestörte Schichttafel, wie sie über dem Grundgebirge des Schwarzwaldes abgelagert wurde. Wohl ist sie nicht so stark von Störungen durchzogen, wie der westlichere Teil des Tafeljuras. Die NS-Störungen, die sich dort als Folge der Rheintaleinsenkung und alpinen Druckes bildeten, treten hier in den Hintergrund. Nur ein kleiner Keilgraben in NE—SW-Streichen auf dem Feuerberg, den Ed. Blösch[3]) als Verwerfung besprochen hat, bringt die Effingerschichten ins Niveau des Hauptrogensteins. Andere, W—E verlaufende Störungszonen kennzeichnen hier die Tektonik des Gebietes. Es sind die von Brändlin[4]) so genannten Aufbruchszonen von Frick-Mandach, die wir in Zukunft kurz Mandacherzone, und die von Ifental-Leibstadt, die wir Mettauerzone nennen wollen. Die erstere begleitet den Rand des Faltenjura in 6-7 km Entfernung und ist ihm parallel. Die andere begleitet den Schwarzwaldrand. Sie begrenzen ein dreieckiges Tafelstück und treffen sich in spitzem Winkel N Itental. Früher vermutete man, es hier mit einer grabenartigen Versenkung zu tun zu haben, doch Brändlin und seine Profile zeigen uns, dass die Neigung und Höhenlage der drei Tafeln sich gleich bleiben und dass die Störungen sich als gebrochene, auf das mittlere Tafelstück überschobene Antiklinalen zeigen; es sind also Zonen, die unter tangentialem Druck sich von der Basis abscherten. Deshalb nahm ich auch an, dass der Untergrund ungestört ist und habe das an meinen Profilen so angedeutet; es wären Kettenjuraüberschiebungen im kleinen. Die Aufwölbung der Mettauerzone setzt sich gegen E fort. Sie ist in den Gips- und Steinbrüchen bei Felsenau und am Aarberg bei Waldshut zu konstatieren und tritt im Brand bei Thiengen als langgestreckter Höhenzug deutlich in Erscheinung. Ihre Axe ist bei Leibstadt durch eine Querstörung nach Norden verschoben. Die Mandacherzone klingt nach Westen aus und ist auch noch als Verwerfung mit kleiner Sprunghöhe an der Glurhalde westlich Frick zu konstatieren. Möglich ist auch, dass eine Einsenkung der Schichten in der Richtung des untern Fricktales mit ihr in Zusammenhang steht. Die Zone scheint jenseits der Aare in die Endinger Flexur, wie Blösch vermutet, überzugehen. Die Tafel des Wessenberg ist an einer Verwerfung von NS-Richtung abgesunken. Wahrscheinlich steht diese Zone im Zusammenhang mit der Querstörung bei Leibstadt, ist

[3]) E. Blösch. a. a. O. 624.
[4]) E. Brändlin. a. a. O. 84.

überhaupt wohl eine Begleiterscheinung einer Einmuldung im Gebiet des Rhein-Aarezusammenflusses.

Der südliche Teil des Tafeljuras ist bei der Jurafaltung flach eingedrückt worden. Vor diese Mulden legen sich flache Falten.[5]) So haben wir zwischen Anwil und Herznach eine solche Antiklinale, die wohl der von Mühlberg und Buxtorf[6]) beschriebenen Sprüselfalte im nördlichen Hauensteingebiet entspricht. An der Aare sinkt der Tafeljura an der Siggentalflexur gegen Süden ab. Die tektonischen Erscheinungen sind aus der beigelegten Strukturkarte zu ersehen. (Tafel XI, Fig. 3.)

Das Alter der NS-Störungen hat Buxtorf[7]) als prämiocan erkannt, denn sowohl vindobonische, als auch sarmatische Sedimente liegen im Baselbiet ungestört auf einer sie schneidenden Fastebene. Nach Cloos haben noch später Dislokationen in dieser Richtung stattgefunden, doch in kleinem Masstab, mehr als Pressungen und Verbiegungen sich äussernd.

Für die Bestimmung des Alters der WE-Störungen nehmen wir die Juranagelfluh zu Hilfe. Doch ist die Auseinandersetzung und Begründung dieses Problems einem spätern Abschnitt vorbehalten.

In postmiocäner Zeit wurde der Jura überschoben und gleichzeitig die seinen Rand begleitenden Flexuren und Senkungen geschaffen. Beweis dafür ist, dass das Tertiär diese Verbiegungen auch mitmacht, wie die Befunde im Hauensteinbasistunnel gelehrt haben.

Die obermiocäne Rumpffläche.

Einleitung.

Bisher hat in unserm Gebiet ausser Mackatschek, der ihm nur einen kleinen Abschnitt widmet, G. Braun versucht, zu einer Erklärung der Landschaftsformen zu gelangen. Er hat meine, durch eine Mobilisation unterbrochenen Sudien weiter verfolgt und in kurzer Zusammenfassung[8]) in seinem zweiten Teil der „Morphologie der Umgebung von Basel“ veröffentlicht. Diese Untersuchungen fussen auf einer im Tafeljura zu findenden regionalen Einebnungsfläche und es wurde versucht, aus ihr die jetzige Oberflächengestaltung zu entwickeln.

---

[5]) A. Buxtorf. a. a. O. Über Prognose etc. 204.
[6]) A. Buxtorf. Prognosen. a. a. O. 200.
[7]) A. Buxtorf, Gelterkinden. a. a. O. 96 und Prognosen. a. a. O. 198.
[8]) G. Braun. a. a. O. 313.

Schon die geologische Forschung hat uns einige Rumpfebenen kennen gelehrt. So wird am Schwarzwald die alte permokarbonische Rumpffläche[9]) aufgedeckt, doch ist lediglich die der Erosion viel Widerstand bietende Konsistenz der Gesteine an ihrer Erhaltung schuld. Während des Mesozoikums kennen wir keinen langen Unterbruch der Sedimentation, erst postjurassisch wurde unser Gebiet Festland und blieb es bis auf kurze Transgressionen im Süden bis heute. Während dieser Zeit haben sich zwei Verebnungen vollzogen und die dritte ist im Werden. Die vindobonischen und sarmatischen Ablagerungen liegen auf einer Fläche, die die Keilgrabenstörungen des Tafeljura schneidet und das ganze frühere Relief eingeebnet hat. Es ist die von A. Buxtorf beschriebene vindobonische Fläche.[10]) Sie schneidet die flache NS-Antiklinale des Tafeljura, so dass wir von W. nach E., in ihrem E-Schenkel, vom Hauptrogenstein bis zu den mittleren Malmkalken kommen. Nach Norden spitzen sich in ihr die Schichten auch aus. Sie wird über dem Schwarzwald in ca. 1000 m Höhe zu treffen sein. Sie senkt sich jetzt mit ca. 4% gegen Süden, wenn man sie an der Auflagerungsfläche der Juranagelfluh zwischen Hommel 660 m und Kalofen 460 m, misst. Sie ist die Auflagerungsfläche des Tertiär und kommt morphologisch nur da zum Ausdruck, wo sie in Hauptrogenstein oder Malmkalken liegt. Diese Fläche stimmt wohl überein mit der in ganz Mitteldeutschland konstatierten präoligocänen Rumpffläche oder, da sie ja jünger ist, mit der präbasaltischen Fläche, die im schwäbisch-fränkischen Jura nachgewiesen wurde. Auch sie ist uns nur dort erhalten geblieben, wo die Widerstandsfähigkeit der Gesteine das bedingte.

Auf diese alttertiäre Rumpffläche transgredierte nun das vindobonische Meer, nach dem sie wohl schwach schiefgestellt war. Vom Schwarzwald herunter strömten Flüsse, die Täler eingruben, in die sie dann in sarmatischer Zeit die Juranagelfluh aufschütteten. Die Schuttkegelbildung wurde unterbrochen durch lokale Stagnation.

F. Mühlberg nimmt an, dass eine flache Aufwölbung im Gebiete des Kettenjura diese Ablagerung bedingt habe. Ich bin der Ansicht, dass dies nicht der einzige Grund verstärkter Geröllbildung war. Im Norden war die Sedimentdecke des Schwarzwald ziemlich abgetragen. Das zeigen uns die Gerölle von Granit und Buntsandstein in der Baselbieter Juranagelfluh. Diese fehlen im Aargau ganz, bis auf einige fragliche Gerölle. Dafür bestehen hier die Schottermassen aus Gesteinen des Hauptrogenstein und des Malm. Aeltere Gesteine sind keine ver-

[9]) H. Schmitthenner. a. a. O.
[10]) A. Buxtorf. Über Prognosen etc. a. a. O. 183.

treten. Auch sind die Gerölle zum Teil gross, schlecht gerollt und deuten auf ganz kurzen Transport. Sie müssen daher aus dem Jura selber gekommen sein. Nun ist ja die das Gebiet von W nach E durchlaufende Mandacherzone in nächster Nähe, und Grösse und Zusammensetzung der Nagelfluhgerölle bieten uns Anhaltspunkte, das Alter dieser Störungslinie zu bestimmen. Die Hauptrogensteinschichten wurden an dieser Zone jedenfalls kurz vor der Ablagerung der Juranagelfluh aufgeschoben. Die vom Schwarzwald kommenden Flüsse schnitten sich antezedent in diese Aufbruchszone; durch die neue Höhendifferenz wurde die Erosion neu belebt und die Erosionsprodukte in grossen Deltas in den nahen sarmatischen See gelagert. Vielleicht wurde die Ablagerung durch die Aufwölbung des Faltenjura besonders mächtig, doch sind solche tektonische Erklärungen in diesem Gebiet nicht nötig. Nun ist da, wo die Überschiebung nur in einer schwachen Verwerfung und Flexur ausklang, am Tiersteinerberg in der Gegend des heutigen Fricktals, keine Juranagelfluh. Bis 80 m mächtige Süsswasserkalke mit schlecht erhaltenen Helix- und Clausiliasteinkernen nehmen da ihre Stellung ein. Sie sind wie diese mit Helizitenmergeln in Wechsellagerung. (Aufgeschlossen in einem Erdschlipf in der Rütimatt, nordwestlich Kienberg.) Erst auf dem Bollrain E Wölfliswil und auf Eggwald und Hübstel, westlich Herznach, treten wieder Gerölle auf, doch nur in dünnen Bänken. Ihre grösste Mächtigkeit und typische Ausbildung erreicht die Juranagelfluh erst auf dem Bötzberg, an dessen Hang ihre Bänke sogar als Bausteine abgebaut wurden. Auf der Linie Umiken-Remigen geht sie über in obere Süsswassermolasse. Die Zone ihres Auftretens ist also an die der grössten Erhebung in der Mandacherzone geknüpft, die von Frick zum Geissberg geht. Sind diese Schlüsse richtig, so muss also östlich der Linie Wessenberg-Geissberg die Aufwölbung nur noch schwach gewesen sein. Das ist zum Teil der Fall, aber die erwähnte Linie ist ja die Zone des Facieswechsels. Die Parkinsonischichten waren schnell abgetragen und bis zu den Geissbergschichten reichte die Aufbiegung nicht mehr. Diese liegen auf dem Geissberg ganz normal. Was die Juraaufwölbung anbelangt, so mag sie hier sicher nicht bestanden haben, da ja auf dieser Linie ein Auseinandertreten und nach Süden Umbiegen der Ketten eintritt, das Amsler[11] mit dem Ausklingen der Intensität der Faltung erklärte. Das Fehlen der Juranagelfluh im Gebiet der Aare ist also kein Argument, die Erklärung ihrer lokalen Bildung in diesem Gebiet zu widerlegen.

Diese Überlegungen scheinen mir viel klarer zu sein, als die Amslers[12], der in seiner Arbeit zu einem ganz andern Schluss gelangt. Die Verschiedenheit der Juranagelfluhabsätze in W und E führt er darauf zurück, dass, getrennt durch den Schwarzwaldsporn, der von Laufenburg gegen den Hauenstein verlief, schon miocän eine Wasserscheide existierte. Er nimmt an, dass im Westen durch den Abbruch des Rheintales und Dinkelbergs die älteren Schichten entblösst wurden, wogegen im E noch der ganze Sedimentmantel bis hinauf zum Malm erhalten war. Dem möchte ich aber die vorhin erwähnte Tatsache von der Schottergrösse und der im Schwarzwald im Urgestein noch zu findenden vindobonischen Formen, ebenso die Juranagelfluhzusammensetzung auf Bohl und Randen entgegenstellen. In diesen sind Gerölle des ältern Mesozoikums stark verbreitet und erst nach NE verlieren sie sich. Es sind also da unmittelbar in der Nähe die die Gerölle liefernden Schichten anstehend, während sie über dem westlichen Schwarzwald nirgends mehr zu finden sind.

---

[11]) A. Amsler. a. a. O. 448.
[12]) A. Amsler. a. a. O. 467.

Wir erhalten also aus vorliegender Besprechung das Resultat, dass die prämiocäne Fläche für die heutige Morphologie nicht mehr in Frage kommt. Zugleich finden wir aber, dass sie in spätvindobonischer Zeit verändert wurde durch Krustenbewegungen, die die Ursache der Juranagelfluhablagerung waren.

Literatur.

Alfr. Hettner: Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der sächsischen Schweiz. Forsch. z. D. Landes- u. Volkskde. I. Heft 4. 1887.

F. Mackatschek. Der Schweizer. Jura. Ergh. Pet. Mitt. 1905. 16.

E. Schaad: Die Juranagelfluh. Beiträge NF. XXII. 1908.

E. Scheu: Zur Morphologie d. schwäbisch-fränk. Stufenlandschaft Forsch. z. D. Landes- u. Volkskde. XVIII. 1909.

A. Buxtorf: Oberfl.-Gest. u. geol. Geschichte des nordschweiz. Tafeljuras. Verh. Schweiz. nat. Ges. 93. Jahresber. 1910. I.

E. Philippi: Über die praeologicaene Landoberfläche in Thüringen. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 62. 1910. 305.

H. Reck: Die morphol. Entwicklung d. süddeutschen Schichtstufenlandschaft. Zeitsch. Deutsch. geol. Ges. 64. 1912. 81.

J. E. Hibsch: Die Verbreitung der oligoc. Ablagerungen und die voroligocäne Landoberfläche in Böhmen. Sitz.-Ber. der kais. Akad. der Wiss. Wien. 122. I. 1913. 485.

H. Schmitthenner: Die Oberflächengestaltung des nördl. Schwarzwaldes. Diss. Heidelberg. 1913.

G. Braun: Zur deutschen Landeskde. V. Der Schwarzwald. Zeitschr. d. Ges. für Erdkde. Berlin 1914. 199.

G. Braun: Vortrag am 19. Deutschen Geographentag zu Strassburg 1914. Pet. Mitt. Juli 1914.

G. Braun: Zur Morphologie der Umgeb. v. Basel I. Verh. nat. Ges. Basel. 25. 1914. 128.

Fr. Nussbaum: Über die Fortschritte der morphol. Erforschung der Schweiz in neuer Zeit. Zeitschr. d. Ges. für Erdkde. Berlin 1914. 745.

E. Seefeldner: Morphogenetische Studien aus dem Gebiete des fränk. Jura. Forsch. zur D. Landes- u. Volkskde. XXI. 3. 1914.

A. Amsler: Tektonik des Staffelegg-Gebiets. Eclogae XIII. H. 4. 1915.

W. Meckenstock: Morphologische Studien im Gebiete des Donaudurchbruchs von Neustadt bei Regensburg. Mitt. des Ver. d. Stud. d. Geogr. a. d. Univ. v. Berlin I. 1915. 3.

H. Reich: Stratigraphische u. tekt. Studien im Uracher Vulkangebiet. Diss. Freiburg i. Br. 1915.

M. Bräuhäuser: Die Bohnerzbildung im Muschelkalkgebiet am obern Neckar. Jahreshefte d. Vereins für Vaterl. Naturkde. in Wtberg. 72. 1916. 210.

G. Braun: Deutschland. Berlin 1916.

A. Buxtorf: Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasistunnel etc. Verh. d. nat. Ges. Basel. XXVII. 1916.

A. Buxtorf: Über Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasistunnel etc. Tätigkeitsber. d. Nat. Ges. Baselland. 1916.

A. Heim: Geologie d. Schweiz. Leipzig 1916. 2. Lieferung.

G. Braun: Zur Morphologie der Umgebung v. Basel. II. Das Rheintal zwischen Waldshut und Basel. Verh. Nat. Ges. Basel. XXVIII. 1917. 307.

Der Thiersteinerberg und die Hochfläche von Anwil.[13])

Vom Thiersteinerberg senkt sich eine Hochfläche sanft nach Süden. Sie erreicht im Norden die Höhe von 750 m. Seine Decke bildet dort 12—15° nach SSE einfallender Hauptrogenstein. Auf Fazentellen 707 m fand ich Ferrugineenschichten. Im Eich bei Punkt 627 sind die Fossilien der Variansschichten verbreitet. Auf diese folgen Malm- und Tertiärschichten, deren Ausstreichen in der Ebene aber von Glacialschutt bedeckt ist. Die Süsswasserkalkbänke des Sarmatien streichen im Buchholz in einer schwachen Kante aus. Am Hang gegen Kienberg erreichen sie eine grosse Mächtigkeit. Drei ca. 10 m mächtige Kalkbänke wechsellagern mit gelben und roten Tonen. Die oberste bildet eine Stufe, die E. von Punkt 626 zum Egghof verläuft und die Strasse beim n von Hinterhorben quert. Weitere Stufen ziehen sich oberhalb und unterhalb des Hofes Neuling von 620 auf 590 m und von 580 auf 540 m bei Kienberg.

In der Oberfläche des Thiersteiner Berges haben wir also eine Rumpffläche vor uns, die die Schichten des Hauptrogensteins bis hinauf ins Tertiär in spitzem Winkel schneidet. Südlich Anwil steigt das Gelände an. Es ist von Muschelkalkschutt bedeckt, der die Stirn der Kettenjuraüberschichtung verhüllt. Nach den Befunden am Hauensteinbasistunnel[14]) taucht die Rumpfebene unter diese Überschiebung. Sie ist also älter als die Jurafaltung; da sie aber die Anwiler sarmatischen Kalke schneidet, ist sie jünger als diese, also obermiocän.

Von einem Aussichtspunkt betrachtet, zeigt sich der Thiersteinerberg als eine schwach gegen Süden geneigte Tafel mit scharfer Umrandung. Bei Ebnet zeigt ein flacher Geländeknick, dass der nördliche Teil ein wenig steiler ansteigt, als der südliche. In die Hochfläche selber sind erst wenige Tälchen gegraben, so bei Anwil; doch ist sie am Rande in schmale kurze Riedel zerlegt. Das Plateau fällt in sehr steilen Hängen zum tieferliegenden Land ab. Diese sind bedingt durch die bis 80 m mächtige Hauptrogensteintafel, die aber zugleich die Hochfläche vor Abtragung beschützt. Die Riedel, mit ihren noch ebenen Oberflächen und ihrer Vergratung an der Aussenkante, boten, da sie nur von der Hochfläche leicht zugänglich waren, willkommene Plätze für die Anlage von Refugien und Burgen. Thiersteinerberg, Homberg und Horn treten so nach E. vor. Der Reichberg ist zum Teil schon vom Plateau abgeschnürt. Im Westen greifen die Bäche tiefer ein. Das Dubachbächli schneidet weit zwischen Thiersteinerberg und

[13]) Siegfriedblätter, 31. Gelterkinden, 32. Frick, 34. Wölfliswil.
[14]) A. Buxtorf. Über Prognosen, a. a. O.

Kei-Sohl ein und hat auch fast eine Abgliederung zustande gebracht. Ebenso steht bei Fatzentellen eine Abschnürung bevor, da dort die Hochfläche kaum noch 100 m breit ist.

In die Hauptrogensteinstufe schneiden kleine Nebentälchen, doch bilden sie, da seine Durchnagung lange Zeit erfordert, Hängetäler mit Wasserfällen.

Als Zusammenfassung hätten wir also folgendes festzustellen: Die Hochfläche des Thiersteiner Berges und von Anwil schneidet die Schichten des Hauptrogenstein bis ins Miocän, sie liegt in einer Höhe von 750—600 m und senkt sich von Norden nach Süden mit ca. 12 ‰. Über sie sind die Falten des Kettenjura geschoben. Die heutige Erosion schneidet in tiefen Tälern ein und hat sie in nur durch schmale Brücken zusammenhängende Riedel zerlegt. Doch geht die Zerschneidung sehr langsam vorwärts, da die Rumpffläche grösstenteils im Hauptrogenstein liegt.

Die Hochfläche des Bötzbergs.[15])

Der alte, schon von den Römern benützte Übergang zwischen Aare- und Fricktal verläuft auf der Höhe über eine ausgedehnte Hochebene. Diese senkt sich von den nördlichen Höhen, um in 575 m bei Neustalden ihre tiefste Stelle zu erreichen und flach wieder gegen Süden anzusteigen. Die ganze Fläche liegt im Tertiär und zwar ausser einem schmalen Streifen bei Linn, wo die obere Süsswassermolasse in 590 m ausstreicht, in Juranagelfluh und ihren Zwischenbildungen. Diese erreicht im Hommel Punkt 679 nur ½—1 m; ihre Mächtigkeit nimmt aber nach Süden zu und erreicht am Jurarand bis 100 m. Die Fläche, die man, da sie die Juranagelfluhschichten schneidet, wohl als Rumpffläche ansprechen darf, fällt mit ca. 15 ‰ gegen Süden. Da sie in der Höhe mit der des Tiersteinerberges übereinstimmt, so ist sie wohl ihr analog. Südlich Linn taucht sie unter die Ketten des Faltenjura, ist also älter als diese; da sie aber von oberer Süsswassermolasse überlagert wird, so ist hier ihr Alter noch genauer zu bestimmen, als auf dem Thiersteinerberg. Sie ist obermiocän und war zum Teil im Sarmatien, zur Zeit einer schwachen Transgression des sarmatischen Sees schon ausgebildet. Auch diese Hochfläche ist nicht mehr vollständig erhalten. Sie ist von flachen Talmulden durchzogen. In der Bötzbergstrasse ist sie sogar um ca. 25 m erniedrigt. Kleine Bächlein durchfliessen diese Mulden. So entspringt bei Ursprung eine Wasserader und fliesst nach Norden, vereinigt sich vor Unterbötzberg mit einer andern, die auf ihrem Weg von

[15]) Siegfriedblätter: 33. Bötzen, 35. Veltheim, 36. Stilli, 38. Brugg.

Roggenacker kleine Schichtstufen der Juranagelfluh in Wasserfällen überspringt. Sie fliessen vereinigt über Unterbötzberg und haben hier das Liegende, die harten Malmkalke angeschnitten. Diese Schichten liegen unter der Bötzberghochfläche entsprechend ihrem Fallen verschieden tief; sie treten uns im W viel stärker als Rand des Plateaus entgegen, als im E. Nur kurze, steile Tälchen haben dort ihren Rand zerschnitten und in Riedel zerlegt, die noch mit der Hochfläche zusammenhängen. Nur der sich in NS-Richtung erstreckende Brenngarten, auf dem auch an drei Stellen Relikte der Juranagelfluh auftreten, ist als Ausleger abgetrennt. Im E. dagegen greifen die Bäche viel tiefer ein. Das zeigen die Tälchen bei Übertal und besonders bei Unterbötzberg. Auch werden die Riedel niedriger. Sanft nach E. senkt sich die Bötzberghochfläche. Sie hat im Homberg 611 m, nördlich Oberbötzberg noch 564 m und sinkt dann im Iberg auf 511 und 470 m und im Plattenfirst auf 475 m. Auch der Südrand gegen die Aare wird niedriger, Neustalden liegt auf 573 m, Vierlinden auf 516 und Bergesmatt nur noch in 462 m. Wo haben wir nun die Ursache dieser Erniedrigungen zu suchen? Sind sie der Zustand der alten Landoberfläche oder hat erst neuere Erosion sie gebildet? Gegen eine so starke Erniedrigung der Hochfläche spricht, dass sie dann bei diesem Gefälle unmöglich mehr eine Rumpffläche hätte sein können. Gegen tektonische Einbiegungen in NS-Richtung sprechen die geologischen Verhältnisse. Wohl ist eine Flexur vorhanden, aber diese verläuft in WE-Richtung und ist in den Schichten des Bötzbergs nur noch schwach angedeutet. Es bleibt somit nur noch die Annahme, dass spätere Erosion diese Neigung geschaffen. Im W, wo das Tertiär nur als eine dünne Decke den Jurakalken aufgelagert ist, ist die Zerstörung der alten Hochfläche noch wenig fortgeschritten. Im S aber und besonders im E., wo die Oberfläche der Malmkalke tiefer liegt, haben wir auch nur noch kleinere Höhen. Bei Riniken sinkt sie sogar unter die diluvialen Anschwemmungen und da verschwindet überhaupt jeder Rand des Bötzberges. Wie beim Thiersteinerberg der Hauptrogenstein, so wirken hier die Malmkalke schützend auf die Rumpffläche und nur da, wo die Erosionsbasis noch weit entfernt ist und da, wo die Kalke in ihr Niveau kommen, blieb diese erhalten. In der Nähe von Villnachern bilden Juranagelfluhbänke den Rand des Bötzbergs. In steilen Tälern greift die Erosion ein und hier ist auch die schmälste Stelle des Plateaus. Wohl bedingen hier harte Nagelfluhbänke und bei Kalofen liegender Malmkalk den steilen Abhang, wohl ist das Ausräumungsgebiet trotz der Nähe der Aare klein, doch auch die Bäche sind klein und ihre Wasserführung gering.

Zusammenfassend gelangen wir also zu folgenden Ergebnissen: Eine Rumpffläche, die sich mit einem Gefäll von 15 ‰ von 680 bis 600 m nach S senkt, schneidet die Bänke der Juranagelfluh. Sie ist zwar nur noch da in kleinen Resten erhalten, wo die Malmkalke sie schützen. Die Erosion hat schon stark in diese Rumpffläche eingegriffen und trägt, entsprechend der leichten Abtragungsmöglichkeit des Miocäns, die Tendenz, dieses bis auf dünne Relikte auszuräumen und so langsam eine Malmkalktafel, die der Erosion viel grössern Widerstand entgegensetzt, herauszuarbeiten.

Die Höhenzone zwischen dem Frick- und Aaretal.[16])

Vom Thiersteinerberg zieht sich in ENE Richtung eine Reihe von Bergen bis zur Aare. Sie erheben sich bis zur Höhe von ca. 700 m. Gegen Norden sind sie von steilen Flühen und Schutthalden begrenzt. Sie bilden östlich des Fricktals eine nur durch flache Einschnitte unterbrochene Höhenzone. Ihre Oberfläche senkt sich als Ebene gegen Süden und ist oder war fast überall gerodet. Weite Bergmatten dehnen sich auf ihnen aus und ihr lichtes Grün bildet einen scharfen Gegensatz zum dunkeln der bewaldeten Hänge. Sie bilden gute Aussichtspunkte, von denen aus der Blick den ganzen Tafeljura überstreicht.

Zwischen Frick und Hornussen erhebt sich der Frickberg (653 m). Nur durch einen schmalen Grat, der bis 526 m Höhe abgetragen ist, hängt er mit dem weiter östlich sich erhebenden Schinberg zusammen. Seine Hochfläche reicht nach Süden bis 580 m, um dann auch in einen steilen Abfall überzugehen. Im Süden befindet sich in 591 m Höhe ein fast wagrecht liegender Absatz, der Kapf. Der Frickberg wird gebildet von einer Hauptrogensteintafel, deren Liegendes im Norden in 590 m, im Süden in 500 m ausstreicht. Das Gefälle des Hauptrogensteins ist also ungefähr das seiner Oberfläche. Nur der oberste Teil von 640 m an ist flach. Die Lage des Tafelstücks Kapf ist wohl auf Einsenkung durch Unterspühlen der liegenden Schichten zurückzuführen. Am Hang zeigen sich Ausbruchnischen, besonders in den Bajocienschichten. Ihre Oberfläche bildet auch kleine Ebenheiten, so bei Graubühl. An die steilen obern Hänge schliessen sich die milden Formen der Opalinustone, die durch ihre wellige Form das Schlipfgebiet verraten. Als Liegendes dieser Doggertafel sind weiter unten Lias und Keuper aufgedeckt.

In die Tafel greifen steile stark mit Schutt gefüllte Tälchen ein. — Gegen Norden fällt das Gehänge stark bis 560 m. Der

---

[16]) Siegfriedblätter: 32. Frick, 33. Bötzen, 36. Stilli.

bewaldete Steilabsturz des Hauptrogensteins geht über in Schutthalden und in eine in 500 m liegende Ebenheit.

Auch der Schinberg zeigt eine sich nach Süden senkende Oberfläche. Er ist aber nicht so isoliert wie der Frickberg. Wohl greifen tiefe Tälchen von Itental und Sulz herein und drohen, ihn mit der Zeit auch zu einem Zeugenberg zu machen. Seine Höhe ist 730 m. Seine Oberfläche schneidet mit 7° Fallen die 10° fallenden Schichten des Hauptrogensteins ab. Im Süden erhebt sich eine Schichtstufe der Birmensdorferschichten und Effingerkalke, die im mit schönem Tannenwald bewachsenen Moos und Marchwald 619 und 648 m Höhe erreichen. Auch diese Höhen fallen steil ab gegen die sie vom Schinberg trennenden Tälchen. Während an diesen Steilabfällen die Schlipfe der untern Doggerschichten zurücktreten, ist der ganze nördliche Hang des Schinberges von ihnen begleitet. Das ist wohl darauf zurückzuführen, dass diese nur weiter nördlich unter dem Schuttmantel zu Tage treten. Die beiden von Itental her eingreifenden Täler biegen nach E um. Das nördliche endet in einer Subsequenzzone in den obern Doggerschichten zwischen Schinberg und Marchwald, das südliche endet ohne Talschluss in einer flachen Einsenkung auf Talacker. Die obern Teile dieser Täler verlaufen also in EW Richtung, im Streichen der Schichten. Es sind wohl in den weichen Schichten des obern Doggers gebildete Subsequenztälchen, die sich später antezedent in den Hauptrogenstein eingeschnitten haben. Dieses Umbiegen der obern Talenden wird weiter östlich noch mehr auftreten. Die Steilstufe des Marchwaldes ist von kleinen obsequenten Bächen angegriffen. Der Schinberg geht bei 520 m in eine sich nach Norden erstreckende Ebenheit über. An seinem Hang gegen Itental bilden oberer Keuper und Lias niedere Stufen, die sich im Fallen der ganzen Tafel nach Süden verlieren.

Auch Schinberg, Moos und Marchwald bilden, wie der Frickberg, eine nach Süden fallende Sedimenttafel, doch ist diese von einer weniger geneigten Hochfläche geschnitten, die von 630 bis 730 m ansteigt. Die Ränder der Tafel sind sehr steil. Nur ganz kleine obsequente Bäche suchen sie zu zerschneiden und erst, wo dieselben die Mergel des obern Dogger erreichen, zeigen sie in ihrem Oberlauf subsequente Talstrecken. Doch im ganzen findet die Zurücklegung der Stufe durch Unterspülung statt und diese Art der Abtragung wirkt viel mehr linienhaft.

Gleiche Formen wie bei den beiden erwähnten Bergen treten uns beim Geissacker entgegen. Trotzdem die Schichten noch steiler einfallen, ist eigentlich die Oberfläche noch weniger nach Süden geneigt. Schon nahe beim 702 m hohen Gipfel zeigt sich der

obere Dogger und die Malmstufe. Sie zieht vom Grundbühl zum Hof Geissacker und nach E zum Eggenried, wo Callovienoolithe und Birmensdorfer Schwammkalke an dem neuen Strässchen aufgeschlossen sind. Von dort streichen sie zum Sulzerloch, wo in einem Steinbruch Effingerkalke, die auch den 623 m hohen Hügel Dimmiswald bilden, ausgebeutet werden. In der Weid nördlich Ampferen ist das Liegende des Malm auch in einem Fenster angeschnitten und Unterspülung hat den Rutsch eines grossen Teiles der Birmensdorferdecke zur Folge gehabt. Eine ca. 10 m breite und 500 m lange Abrisskluft, der sog. Eisengraben, hat sich weiter oben gebildet.

Wie dem Schinberg, so steht auch dem Geissacker eine Abtrennung bevor. Ein Tal, das sich erst bei Obersulz nach Norden wendet, hat im Streichen der weichen Malmschichten eingeschnitten und sich dann in den Dogger vertieft. Ein ebenfalls subsequent angelegtes Tälchen greift von E her ein; zusammen mit einem analogen Bächlein durchbricht es obsequent die Hauptrogensteinstufe gegen Ober-Büren.

Vom Geissacker aus sehen wir, dass die Bötzberghochfläche mit der Geissackerfläche zusammenfällt. Nur das durch den Eingriff des Sulzer- und Ampferenbaches weggeräumte Stück der Fläche fehlt. Deshalb können wir füglich annehmen, dass auch der Geissacker zu der auf dem Bötzberg gefundenen obermiocänen Rumpffläche gehört. Das Fehlen der Nagelfluh beweist nicht das Gegenteil, da sie ja im Hommel schon sehr dünn war. Es führt uns aber, wie das etwas steilere nach Süden Einfallen der Geissackerhochfläche zu andern Schlüssen, die später zu erläutern sein werden. Der Nordhang des Geissackers ist ebenso steil wie der des Schinbergs und zeigt die gleichen Erscheinungen: Erdschlipfe, Flühe, Schutthalden. Auch treten gegen Sulz Liasterrassen am Hang auf.

Der Geissacker ist also auch eine Schichttafel, die aber noch deutlicher als die vorhin erwähnten Berge von einer Rumpffläche geschnitten ist. Diese ist identisch mit der auf dem Bötzberg vorhandenen, ist aber da, wo sie in weichen Schichten lag, durch subsequente Bachläufe zerstört. Die Schichttafel ist begrenzt von der steil abfallenden Stufe des Hauptrogensteins, dessen Fuss von einem Schuttmantel umhüllt ist.

Im Bürerhorn treffen wir auf einen kleinen Teil der nämlichen Rumpffläche. Ein Subsequenztälchen hat ihren Zusammenhang im Süden bis auf 550 m erniedrigt. Südlich der Pechhütte ist es einem obsequenten Bach auch gelungen, die Ausräumung der Malmschichten fortzusetzen. Die Birmensdorfer Stufe liegt jetzt südlich dieser Tälchen. Sie bildet langgestreckte Hügel, die

575, 581 und im Sparberg 632 m Höhe erreichen. Zwischen ihnen liegen flache Einsenkungen, die Strassen zwischen Gansingen und Remigen benützen. Eine grössere, doch jetzt trockene Subsequenzzone liegt südlich der Malmhügel, doch über sie erheben sich die langen schmalen Kalkberge der Burghalde und des Bützbergs. Da sie die Höhe von 650 m erreichen, so ist wohl ihre oberste Fläche zur obermiocänen Rumpfebene zu rechnen. Geissberg- und Wangenerkalke krönen diese Berge und fallen in Flühen ab gegen die sich um ihren Fuss ausbreitenden Effingerschichten. Trockene, doch breite, gestreckte Täler legen sich zwischen sie bis zur nördlichen Subsequenzzone. Sie enden in den Einsenkungen der Birmenstorferstufe. Da ihr Lauf auch nach SE fällt, also mit dem Fallen der obermiocänen Rumpffläche gleich gerichtet ist, so muss man annehmen, dass sie ihren Lauf früherer konsequenter Entwässerung verdanken.

Bürerhorn, Burghalde und Bützberg tragen kleine Reste der obermiocänen Rumpfflächen. Zwischen ihnen hat jüngere Erosion die untern Malmschichten stark ausgeräumt und eine schwache Stufe gebildet, die aber durch die Einsenkungen, die sich am obern Ende breiter, die Fläche konsequent zerschneidenden Trockentäler befinden, zerschnitten ist.

Östlich Bürersteig tritt im Dogger Facieswechsel ein. Die harten Bänke des Hauptrogenstein gehen allmählich über in die mergeligen der Parkinsonischichten. Das tritt auch in der Morphologie in Erscheinung. Das Hottwilerhorn reicht zwar noch in die Höhe von 657 m, kann also noch einen kleinen Rest der Rumpfflächen tragen. Weiter östlich aber, auf Röth, Egg und Rothberg werden höchstens 640 m Höhe erreicht. Die Hauptrogensteinstufe wird immer niedriger und bildet mit den Spathkalken einen flachen Kamm. Schon der Hottwilerbach fliesst in einem ziemlich breiten, obsequenten Tälchen durch die Stufe. Noch viel mildere Formen zeigt das Tälchen östlich des Hottwilerhornes und sein Gefälle wird erst beim Einschneiden in den untern Malm unausgeglichen. Diese Stufe ist zwar auch in kleine Hügel zerschnitten. Doch südlich davon erhebt sich die gestreckt verlaufende zusammenhängende Stufe der Malmkalke, als Nordrand des Geissbergs. Von 701 m Höhe senkt sich eine ausgedehnte Hochebene nach SE. Sie schneidet die Geissberg- (Signal), Crenularis-, Wangener-, Badener- und Wettingerschichten. Taschen dieser Kalke sind mit Boluston angefüllt. Das weist darauf hin, dass wir uns vor einer Fläche befinden, die schon zur vormiocänen Zeit blossgelegen hatte. Jüngeres Tertiär ist bis jetzt auf dem Geissberg keines gefunden worden. Es müsste obere Süsswassermolasse da liegen,

da wir schon über das Gebiet des sarmatischen Facieswechsels hinaus sind. Doch diese ist vielleicht vollständig abgetragen oder da starke Moränenbedeckung alles verhüllt, ist sie nur sehr schwer aufzufinden.

Auf der schwachen Erhebung des Nack 582 m liegen ca. 12 m mächtig die Wettingerkalke. In ihnen und in den sie unterteufenden Badenerschichten liegen eocäne Verwitterungsprodukte. Seit jener Zeit muss also die Platte des Geissberg nicht stark erniedrigt worden sein. Seine Oberfläche bildete also sowohl vormiocän als obermiocän eine Rumpffläche. Sie liegt hier gegenüber den im Bötzberg erhaltenen Flächenstücken etwas tiefer im SW und daraus ist wohl der Schluss zu ziehen, dass wir zur Miocänzeit hier schon eine Einsenkung hatten, in die dann das helvetische Meer und der sarmatische See in einer Bucht eingriff und die Erosionsbasis für vindobonische und sarmatische Flüsse bildete. Die ersteren haben dann mehr im Westen mächtige Schuttkegel aus Juranagelfluh abgelagert. Die Annahme einer Einsenkung ist umsomehr berechtigt, als die Malmtafel des Geissbergs vollständig ungestört ist. Die Einflüsse der Jurafaltung machen sich erst weiter im Süden geltend.

Der Geissberg wird mehr durch Unterspülung der Malmtafel abgetragen als durch Eingreifen von Bächen. Deshalb verlaufen auch seine Ränder ziemlich geradlinig. Nur im Osten sind kurze Riedel abgegliedert, deren nördlichsten ein praehistorisches Refugium und eine Burgruine krönt. In steilen Flühen fallen die Kalkbänke ab, die liegenden Effingerschichten in einen Schuttmantel kleidend.

Während weiter westlich die nördlichste noch erhaltene Zone der obermiocänen Fläche in Hauptrogenstein liegt, wird sie östlich des Facieswechsels im obern Dogger von Malmkalken gebildet. Sie scheint sich in SE-Richtung gesenkt zu haben.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Es ist uns möglich geworden, annähernd die behandelten Flächen auf Thiersteiner Berg, Bötzberg, Rogenstein- und Malmbergen ins Obermiocän zu verlegen. Die Rumpffläche ist entstanden vor der Jurafaltung, denn ihre Falten schieben sich auf die Fläche, aber nach der Ablagerung der Juranagelfluh, sogar noch während der Bildung der obern Süsswasser-Molasse. Nur noch im Thiersteinerberg zeigt sie sich als zusammenhängende Fläche. Dort ist sie von dem liegenden Hauptrogenstein geschützt. Überall sonst ist sie durch Ausräumungszonen zerschnitten, die entweder kleine Stücke

vollständig isolierten, oder doch wie zwischen Bötzberg und Geissacker die Verbindung erniedrigten. Sie ist nur noch erhalten, wo harte poröse Kalkbänke des Dogger und Malm sie schützen. Am Geissberg bildet sie eine flache Mulde.

Diese Fläche zeigt gegen Norden ein plötzliches Ansteigen gegen die nördlich gelegenen Kalktafeln. Nördlich davon ist sie gänzlich von der Erosion zerstört. Erst im Schwarzwald finden wir wieder in 700 m und darüber eine ausgedehnte Rumpffläche, die G. Braun [17]) in seiner neuesten Arbeit beschrieben hat. Das Alter dieser Verebnungsfläche ist direkt nicht bestimmbar. Da aber ihre Höhenlage derjenigen der Rumpffläche des Tafeljura entspricht, ist der Schluss zwingend, dass wir es hier mit der obermiocänen Fläche zu tun haben.

Konstruieren wir nun die Rumpffläche nach ihren vorhandenen Resten, so zeigt sich, dass die im Norden gelegenen Kalktafelberge diese Fläche überragen. Bei ihrer Besprechung wurde auch beobachtet, dass die Neigung ihrer Oberfläche nach Süden stärker ist, als die der in südlichen Resten erhaltenen Hochfläche. Am Thiersteinerberg zeigt sich auf 660 m ein Gefällsknick. Diese Berge überragen die Rumpfebene um 50—100 m. Nach meinen Untersuchungen über die Bildung der Juranagelfluh sind diese Kalkplatten zum Teil an der Mandacherzone aufgebogen worden. Nur für Thiersteinerberg und Geissberg kommt diese Aufbiegung nicht in Betracht. Die Erosion griff die Zone sofort an mit dem Schlusserfolg, dass uns einige Härtlinge übrig blieben. Im Frickberg, wo die Erosion in weichen Malmschichten arbeiten konnte, wurde der Berg bis aufs Niveau der Fastebene erniedrigt. Schinberg und Geissacker boten mehr Widerstand und letzterer scheint sogar den Riedel Brenngarten-Hommel geschützt zu haben. Trotzdem im Bürerhorn die Mächtigkeit und Festigkeit des Hauptrogensteins schon kleiner ist, blieb dieses doch als Härtling durch die starke Steilstellung seiner Schichten erhalten. Im Geissberg und Thiersteinerberg haben wir ältere Formen vor uns. Die Widerstandsfähigkeit der Kalktafeln verhinderte in der relativ kurzen Zeit zwischen Vindobonien und Sarmatien die Abtragung. Wir haben in ihnen Reste der vindobonischen Fläche, deren Bildung sich über eine sehr lange, wahrscheinlich vom obern Jura bis ins Miocän dauernde Zeit erstreckte.

Die Härtlingszone zwischen Frick- und Geissberg kann man, infolge ihrer Lage an einem Bruch, als Bruchlinienstufe bezeichnen. Zwar hat sie seit der Bildung nie das Stadium einer vollständigen

[17]) G. Braun, zur Morphologie etc. II. p. 312 u. 313.

Einebnung durchlaufen; dennoch ist es keine Bruchstufe, weil die Härte der Gesteine sie bedingt hat.

Es fragt sich nun, ob wir im heutigen Relief noch Spuren von Flüssen finden, die in der obermiocänen Rumpfebene flossen.

Erosionsrelikte finden wir keine. Nirgends hat eine Aufstauung durch den sich bildenden Jura jüngere Ablagerungen hervorgerufen. Die Spuren der Talläufe können wir aber noch im Schwarzwald als breite Mulden in der Richtung der heutigen Täler der Alb und Murg erkennen. In diese Talungen haben sie jetzt ihr heutiges junges Erosionstal eingeschnitten.

Im Aargauer Jura finden wir nur sehr kleine Bäche, die in grossen weiten Tälern fliessen, deren obere Talwand aus Malmkalken bestehen. Diese Täler enden ohne Talschlüsse in Einsenkungen der Birmensdorferschichten und eine Fortsetzung nach Norden fehlt. Betrachtet man von Gansingen aus nach Süden die Bruchlinienstufe zwischen Geissacker und Hottwilerhorn, so schauen die Geissbergkämme von Burghalde und Bützberg über sie hinaus und dazwischen liegen die erwähnten Einsenkungen. Auf der gegenüberliegenden Bötzberghochfläche zeigen sich ausser einer schwachen Einsattelung nördlich Oberbötzberg, die aber ebensogut als Tieferlegung des trennenden Kammes durch beidseitigen Angriff der Erosion erklärt werden kann. keine Merkmale, dass hier eine Fortsetzung dieser Täler sich gefunden hätte. Ich nehme deshalb an, dass diese obermiocän angelegten Flüsse den Bötzberg nicht überflossen haben, sondern sich in die beim Geissberg bestehende Senke ergossen. Dafür spricht auch das Umbiegen des Bächleins von Möntal und die grosse Ausräumung. Subsequenz hat hier die Laufrichtung nicht bedingt, denn die harten Malmkalke bildeten eine zusammenhängende Decke. Erst diese Flüsse haben sie durchsägt. Es scheint auch wahrscheinlich, dass zwischen Brenngarten und Hommel-Letzi ein Tal bestanden hatte. Der Talschluss ist auch hier unvollkommen. Hommel und Brenngarten haben ihrer Höhenlage nach als Riedel über die obermiocäne Rumpfebene hinausgeragt.

Diese konsequenten Wasserläufe hatten ihr Tal zum Teil in den harten Malmkalken. Die Gestrecktheit des Tales zeigt, dass es kurze Laufstrecken waren, die sie wohl mit steilerem Gefäll durchflossen. Die Breite der Täler und das Zusammenfliessen gegen die Talung südlich des Geissbergs, sowie die vollständige Zerlegung der Malmkalke in schmale Tafeln sind genügend Beweise für ihr sehr hohes, eben obermiocänes Alter. Sie sind jetzt nur noch in den untern Teilen von schwachen Rinnsalen durchflossen.

Es sind die Reste kleiner Kümmerflüsschen, deren Oberläufe durch den Eingriff des Rheins abgezapft und zerstört wurden.

Nördlich der Härtlinge der Mandacherzone lag die Rumpffläche in weichen Schichten. Wohl war noch eine ansehnliche Hauptrogensteintafel vorhanden, doch war diese flachliegend. Ebenso streichen in der Umgebung von Frick weiche Schichten in die Fläche aus. Die Rumpffläche ist daher an dieser Stelle nicht mehr vorhanden. Weite Ausräumungsgebiete nehmen ihren frühern Raum ein. Diese sollen in den folgenden Abschnitten behandelt werden.

Ausräumungsgebiete.

Das obere Fricktal.

Karten:

Siegfriedblätter: 32. Frick, 33. Bözen, 34. Wölfliswil, 35. Veltheim.

Literatur:

Cas. Mösch: Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. Beiträge IV. 1867.

A. Amsler: Tektonik des Staffelegggebietes und Betrachtungen über Bau und Entstehung des Juraostendes. (Geol. Karte und Profile.) Eclogae XIII. 1915.

L. Braun: Geologische Karte und Profile des Blattes Frick. Handschriftliche Originalaufnahme.

Zwischen Thiersteiner Berg und Bötzberg fehlt ausser auf den Rogensteinbergen südlich der Mandacherzone die obermiocäne Rumpffläche vollständig. Es treten zwar auch ausgedehnte Ebenheiten auf, auf denen sogar Juranagelfluh liegt; doch steigt im Eggwald 606 und auf Rub 595 am Fuss des Faltenjura, das Tertiär auf 600 m Höhe, während die sich nach Norden ziehenden Flächen unter diesem Niveau liegen. Nun sind im Basler Tafeljura[18]) wohl Aufwölbungen und Faltungen längs dem Nordrand des Kettenjura nachgewiesen, bei denen das Tertiär mit verbogen wurde. Doch ist hier seine Lagerung normal, schwach nach Süden einfallend. Wir müssen also annehmen, dass das ganze Land südlich und östlich von Frick ein Produkt der Ausräumung durch den Sisselnbach uud seiner Zuflüsse ist.

Von Frick aus sehen wir im Süden steile Berge aufsteigen. Es ist die Stufe des Hauptrogensteins. Durch Flüsse ist ihr Zusammenhang gestört und sie ist in einzelne Teile zerlegt, die ein trapezförmiges Aussehen haben. Diese Gliederung macht sich schon am Rande der Hauptrogensteintafel des Thiersteiner Berges geltend, nur sind dort die Riedel lang und schmal und an ihren Kanten

[18]) A. Buxtorf: Ueber Prognosen etc. a. a. O. 204.

vergratet. So wird Homberg, Horn und Lindberg abgegliedert. Der Reichberg ist nahe daran, überhaupt abgeschnürt zu werden. Weiter im E sind breitere Tafeln. Reste der Malmdecke finden wir noch auf ihnen. Der Hauptrogenstein bildet eine nach Süden fallende Tafel. Ebenso erhebt sich die Fläche, die seinen Steilabfall nach Süden ablöst, am meisten im Norden, im Oltig 594 m, in Kornberg 588 m und senkt sich nach Süden. Natürlich fällt diese Fläche nicht so steil nach Süden ein, wie die Schichttafel, da in der Nähe des Erosionsniveaus stärkere Abtragung stattfindet. Sie kann aber trotzdem als Landterrasse aufgefasst werden, weil der Unterschied im Einfallen von Oberfläche und Schicht sehr klein ist. Eine Rumpffläche haben wir keine vor uns, denn da, wo nicht Glacialschutt alle feinen Formen verhüllt, tritt uns der untere Malm in einer Stufe entgegen.

Einzelne Flüsse haben breite Täler in diese Tafel eingeschnitten. Im untern Lauf ist ihr Gefälle gut ausgeglichen, sie schlängeln sogar auf ihren Flussauen. Die grössern Gewässer entspringen im Kettenjura, während ihre Nebenflüsschen nur kleine, obsequente Schichtstufenflüsschen sind, die aber alle nach Norden umbiegen.

Hinter Kienberg entspringt der Altbach. Er durchfliesst in breiter Aue das Eital. Der Riedel des Altenberg trennt ihn vom Wölfliswiler Bach, der südlich Oberhof seine Quelle hat. Ein kleineres Bächlein entwässert das Korntal. Seine Nebenflüsschen haben die Bildung des Riedels des Feuerbergs bewirkt. Eine grössere Wasserader kommt erst weiter östlich von der Staffelegg. Der Altenberg bildet eine nach Süden geneigte Landterrasse. Bei Bächlimatt legt sich auf sie die Birmenstorferstufe, die aber bald verschwindet und von einer Süsswasserkalkstufe abgelöst wird, die sich von der Rub bis unterhalb Kienberg ins Tal zieht. Gegen Wölfliswil fehlt jede Stufenandeutung, da hier die Süsswasserkalke in weiche Helizitenmergel und Juranagelfluh übergehen. Auf dem Feuerberg befindet sich ein tektonischer Graben. Die Effingerschichten liegen beim Hof Feuerberg neben Varians- und Hauptrogensteinschichten. Er hat keinen grossen Einfluss auf die Bodengestaltung, nur verflacht sich bei seinem Eintreten in den westlichen Talhang dieser bedeutend. Auch scheint er die Anlage des Tälchens zwischen altem und neuem Feuerberg begünstigt zu haben. Da wo die Schichten flexurartig unter den Faltenjura einsinken, hat sich in den weichen Tertiär- und obern Doggerschichten eine Subsequenzzone gebildet. Die Birmenstorferschichten senken sich in ihr als schwache Stufe von P. 538 zur Riedmatt und verschwinden dann hinter der Mühle im Wölfliswilertal. Auf ihnen

liegen Helizitenmergel mit schwachen Juranagelfluhbänken. Diese bilden die Höhe 600 beim Eggwald.

Wie der Altenberg, so bildet auch der Kornberg eine sich nach Süden senkende Ebenheit. Der Übergang vom Dogger zum Malm ist durch Glacialschutt verdeckt. Gegen Frick sucht ein kleines obsequentes Tälchen die Stufe des Hauptrogensteins zu zerschneiden. Gegen Herznach räumen kleine Bäche die Tertiärschichten aus. Es ist ihnen gelungen, im Hübstel 532 m einen Hügel mit Juranagelfluhbedeckung loszutrennen. Denn diese tritt von hier an in ihrer typischen Ausbildung auf und bildet deshalb in diesen Tälchen auch niedere Stufen. Bei Ueken setzt der Hauptrogenstein über das Tal und bildet in der Egg noch einen, zwar schon von Malm gekrönten Tafelberg. Doch beginnen hier die Formen der Effingerschichten.

Das Fricktal durchschneidet bei Hornussen die Hauptrogensteinstufe, die dann nördlich zum Frickberg ansteigt.

Bei den Richtungen der Flüsse des Gebietes lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen. Sie strömen alle auf einen bestimmten Punkt zu, der in der Nähe von Frick liegt. Doch die Lösung dieses Problems wird erst bei der Betrachtung des weiter östlich gelegenen Gebiets gelingen.

Um Frick sind die untern Dogger- und Liasschichten stark ausgeräumt. Ihre Abspülung bewirkt das Zurückwandern der Hauptrogensteinstufen und als Rest bleibt ein mächtiger Schuttmantel, der ihren Fuss verhüllt. Im Tal, das eine grosse Weitung darstellt, liegen diluviale Ablagerungen. Vom Abhang des Feuerbergs bis zur Kirche von Frick erstreckt sich ein langer schmaler Terrassenrest in 400—372 m Höhe, ca. 25 m über dem Bach. Er ist von Löss bedeckt, der im Enzberg aufgeschlossen ist. Seine Schotter sind teils jurassischer, teils alpiner Herkunft. Auf einer andern Terrasse steht die protestantische Kirche und der Bahnhof, in 365 m. Die Ziegelei beutet einen blauen Lehm aus, der spärlich mit alpinem Geröll durchsetzt ist. Darüber liegt Moräne mit grossen Geschieben, die aus den Alpen oder der Umgebung stammen und zum Teil geschrammt sind. Diese Moräne verknüpft sich nun mit der vorhin erwähnten Terrasse. Es ist also die Hochterasse, da nur Rissmoränen so weit reichten. Auch ca. 20 m über dem Bach, in der Guggerhalde bei Wittnau, ist die gleiche Terrasse aufgeschlossen, doch ist hier das alpine Material viel spärlicher. Aus der Verbreitung von Schotterterrassen mit alpinem Material und Grundmoräne in der Tiefe der Täler ist zu schliessen, dass zur Zeit der grössten Vergletscherung die Täler schon in ihrer ganzen Tiefe angelegt waren. Die breiten Talböden und das aus-

geglichene Gefäll der Flüsse sprechen ebenfalls für ihre frühe Anlage.

5 Meter über dem Bachniveau liegt wieder eine Schotterterrasse. Es ist wohl ein tieferes Niveau der Niederterrasse und entspricht der in 320 m liegenden Terrasse nördlich Eicken.

Östlich der Linie Herznach, Hornussen, Moos kommt man in die Zone der Effingerschichten. Ihre weichen Mergel sind durchsetzt von harten, aber leicht verwitternden Kalkbänken. Diesen ist wohl einige Widerstandsfähigkeit zuzuschreiben. Die Effingerschichten bilden langgestreckte Riedel, die, wenn überhaugt mit Wald bedeckt, lichte Kiefernbestände tragen; diese spärliche Waldbedeckung weist darauf hin, dass die Kultivierung dieses Bodens noch nicht seit langem vernachlässigt wurde. Im Riedel Eich-Egg erscheint als Unterlage noch Hauptrogenstein. Er bildet gegen Hornussen noch eine steile Stufe, eine ebensolche, doch niedrigere, im Mühleberg. Die Stufe der Birmensdorferschichten lassen sich von Herznach nach Egg und hinunter über Beertal, dann über den Mühleberg nach Bötzen verfolgen, wo auf ihr die Kirche steht. Sie zieht sich das Elfinger Tälchen hinauf bis Eckenried, bildet die Unterlage des Heuigriedels und zieht sich gegen Wolftal. Beim Moos tritt sie wieder auf und geht über in die schon beschriebene Stufe des Marchwaldes. In den hangenden weichen Effingerschichten, deren Oberfläche ein starker Quellhorizont ist, ist es den Bächen leicht gewesen, ein zentripetales Flussnetz anzulegen. Sie flossen gegen ihr Erosionsniveau, das in der Nähe von Frick lag. Ihr Lauf ist, entsprechend einem raschen Einschneiden, gestreckt, doch sind überall breite Talauen gebildet.

Was ist nun aber der Grund dieses Zusammenfliessens? Ich glaube ihn gefunden zu haben in einer schwachen wohl mit der Jurafaltung in Zusammenhang stehenden Einbiegung in der Gegend des jetzigen Untern Fricktales. Diese Einbiegung tritt im Strukturkärtchen deutlich hervor. Sie muss nach der Bildung der obermiocänen Fastebene entstanden sein, sonst müsste in der Ebene der Hauptrogenstein in der Gegend des Fricktales viel weiter nach Norden gereicht haben und wäre also ein Hindernis für spätere Talbildung gewesen. So wurde durch die Einbiegung die Hauptrogensteintafel flacher gelegt und der Erosion Möglichkeit geboten, die Stufe rascher abzutragen. Zugleich aber wurde durch sie der Anlass zur Anlage eines Flussnetzes gegeben und die Quellflüsse strömten gegen den nördlichsten Punkt dieser Mulde zusammen. In diese Zeit muss das Eingreifen der Rheinerosion in das Gebiet fallen. Denken wir uns nun das Gewässernetz in hohem Niveau angelegt, in dem der obermiocänen Rumpfebene, so lag es

bis Frick überall in weichen Schichten, sei es in den Effingermergeln, sei es in dem Tertiär, das die Malmkalke fast gänzlich zudeckte. Auf kürzestem Wege konnten da die Flüsschen dem Muldenzentrum zuströmen, ungehindert durch schwer angreifbare Schichten. Beim Sinken der Erosionsbasis schnitten sie sich epigenetisch in den Hauptrogenstein und legten so ihre alten Talrichtungen fest. Entsprechend ihrem Zusammenströmen in der Nähe von Frick wurde auch dort die Hauptrogensteinstufe so stark zurückgelegt.

Südlich Zeihen legt sich über die Effingerschichten die Stufe der Malmkalke. Sie ist aufgelöst in schmale Riedel. Auch das lässt sich erklären durch die Epigenese des Flussnetzes. Dieses hätte sich auf den ziemlich weichen Tertiärschichten gebildet und dann eingeschnitten. Diese Schichten sind jetzt stark abgetragen und durch ihre Ausräumung wird auch die obermiocäne Rumpffläche zerstört.

Die Geschichte der Ausräumung von Frick würde sich also wie folgt abgespielt haben: Von NW her floss in vindobonischer Zeit ein Fluss ohne Geschiebe zu führen und ergoss sich in einen See südlich Frick. Durch die Aufwölbung der Mandacherzone wurden in diesen Schuttkegel hinausgebaut, die Höhen wurden erniedrigt und es entstand eine greisenhafte Landschaft mit Härtlingen, die obermiocäne Rumpfebene. Bald drang aber das Rheinsystem als Räuber in das Gebiet ein. Zu gleicher Zeit wurde, veranlasst durch die Jurafaltung, die Mulde von Frick-Stein gebildet. Diese zog die Entwässerung an sich und bildete so eine lokale Erosionsbasis. Sie verlief nördlich Frick im Hauptrogenstein. Auf den weichen Effingerschichten und dem leicht zerstörbaren Tertiär bildete sich ein zentripetales Flussnetz, das dieser Mulde zuströmte. Durch Erniedrigung der Erosionsbasis schnitten die Bäche epigenetisch in Hauptrogenstein und Malmkalke ein und legten die Ränder dieser Stufen zurück, indem sie diese noch in schmale Riedel teilten. Durch Ausräumung der weichen Schichten wurde die obermiocäne Rumpffläche fast ganz zerstört und die Oberfläche der harten Kalke als Landterrassen herausgeschält. Vor der Zeit der grössten Eisbedeckung wurden die grösseren Täler vollständig gebildet, das Relief wies ebensolche Formen auf wie heute, und auf den Boden der Täler wurden Moränen und Schotter abgelagert.

Das Ausräumungsgebiet im Süden des Rheins.

Karten:

Siegfriedblätter: 19. Sisseln, 20. Laufenburg, 32. Frick, 33. Bötzen.

Literatur:

Cas. Mösch: Der Aargauer Jura etc. Beiträge IV 1867.
E. Brändlin: Zur Geologie des nördlichen Aargauer Tafeljuras zwischen Aare und Fricktal. Verh. nat. Ges. Basel XXII 1911 mit 1 Karte und guten Profiltafeln.
F. Mühlberg: Der Boden des Aargaus. Mitt. der Aarg. nat. Ges. XII. 1911. 149.
H. Walter: Ueber die Stromschnellen von Laufenburg. Vierteljahrsschrift der nat. Ges. Zürich 46. 1901. 232.

Zwischen dem Rhein und der Mandacherzone liegt ein morphologisch einheitliches Gebiet. Es besteht aus einer Sedimenttafel, die die Flüsse, die an der Mandacherzone entspringen, in Riedel zerlegt haben. Diese Bäche sind klein, mit kleinem Einzugsgebiet mit Ausnahme des Sisselnbachs, dessen Quellen dank der Begünstigung seines Laufs in einer Einbiegung bis in den Kettenjura reichen.

Zwischen dem kleinen Tälchen, das bei Eicken das Rheintal erreicht, und dem Tal von Wittnau erstreckt sich eine von sanft welligen Hängen bedeckte Vorbergzone des Thiersteiner Berges. Seine steilen, von Schutthalden bedeckten Nordabhänge gehen über in Ebenheiten, die im Wollberg und Schönbühl in 560 m liegen. Diese Landterrassen sind von ziemlich steilen, bewaldeten Stufen begrenzt, den Stufen des obern Keupers. Diese gehen dann über in die Landterrasse des obern Muschelkalkes. Sie liegt bei Seckenberg in 450 m, bei Moos in 400 m, sinkt also nach Süden wie die sie bildende Muschelkalktafel und verschwindet dann bei Frick. Gegen die Täler bildet der Muschelkalk eine steile Stufe, in der Steinbrüche angelegt sind und deren Fuss von einer mächtigen Schuttdecke eingehüllt ist. Auf der Glurhalde liegt eine Ebenheit im obern Lias. Seine tiefe Lage ist durch die hier in einer Flexur ausklingende Mandacherzone zu erklären.

Dieser Riedel stellt also herausgearbeitete Schichtstufen und Landterrassen des Hauptmuschelkalkes und obern Keupers dar. Das überall als dünne Decke lagernde Glacial stört hier die Klarheit der Formen nicht.

Einige kleinere Bäche entwässern das Gebiet. Der Kellengraben, der seinen Anfang im Keuper nimmt, ist nur 2 km lang, hat aber schon in einem tiefen Tal die Muschelkalktafel zerschnitten. Seine geringe Wasserführung macht es fraglich, ob wirklich dieses Bächlein solch ein Tal mit ausgeglichenem Gefälle einschneiden konnte. Die Vermutung liegt nahe, dass früher das Einzugsgebiet weiter nach Süden reichte und grösser war, besonders noch, da das Tal ein Schlängeltal ist. Denn die Quellflüsse des benachbarten Fischingerbaches zeigen SN Laufrichtung. Mög-

lich wäre, dass hier eine Enthauptung des Bächleins vorläge und dass wir im Kellengraben nur noch ein Kümmerflüsschen haben. Zu diesem Schluss drängt uns auch das Trockentälchen am Fuss des Schönbühl. Die andern Wasseradern bilden im Keuper gestreckte Bachrisse.

Die steilen Schutthalden des Frickbergs gehen in ca. 500 m über in eine ebene, langgestreckte, doch schmale Fläche. Es ist die Landterrasse des obern Keupers, auf dem spärlich Liasrelikte liegen. Sie senkt sich vom Wolfgarten 506 m nach S bis 483 m bei Müllersacker. Diese Landterrasse ist stark von der Erosion angegriffen. Der untere Keuper bildet ausgedehnte Rutschgebiete. Wie beim Seckenberg erhebt sich diese Keuperstufe über einer Muschelkalkebenheit in 440 m, die auch nach Süden einsinkt. Der Rand ist sehr steil gegen Norden. Zahlreiche Abrissklüfte begleiten ihn und mächtige Schutthalden bedecken seinen Fuss. Diese Stufe ist gar nicht gegliedert und verläuft in einem flachen konkaven Bogen.

Der Übergang der Keuperebenheit zum Fuss des Frickberges ist ein stetiger. In leichtem Anstieg überschreiten wir die Überschiebungszone, die hier äusserlich gar nicht zur Geltung kommt. Der Übergang ist in 500 m. Er bildet also eine kleine Verebnungsfläche, die noch von keiner Subsequenzzone angegriffen wurde. Wohl streichen an der Überschiebung neben dem nördlich eintauchenden Lias Keuper und Lias zu Tage, doch da sie steil stehen, wären sie ja subsequenter Abtragung bereits zum Opfer gefallen. Das verhindert aber die mächtige, den Fuss des Frickbergs ganz einhüllende Schuttdecke.

Der Heuberg bei Laufenburg ist auch ein kleiner Lias-Keuper-Tafelberg. Der Dolomit und Schilfsandstein bilden nach allen Seiten steile Hänge. An sie legt sich im Norden in 510 m Höhe die ausgedehnte Muschelkalkterrasse des Ebneberges. Diese senkt sich gegen Süden und Westen rasch und liegt in Espeln 450 m, im Keistel sogar 398 m. Nach den Profilen und Karten von Brändlin und Blösch streicht in diese Zone eine Flexur durch. Gegen Süden ist die Verbindung durch einen ziemlich starken Bach zerstört. Er hat im untern Keuper eine ausgedehnte Ausräumungszone geschaffen und hat die Tafel des Heuberg isoliert. Die Ränder der Muschelkalktafel sind steil, wieder von Schutthalden begleitet, unter denen bei Laufenburg die Wellenbildungen heraustreten und in 400 m eine kleine Terrasse bilden. Die Stufe ist geschlossen und springt in einem starken Winkel bei Laufenburg gegen Norden vor. Nur drei kleine Bachrisse, die kaum bis zum Keuper hinauf reichen, aber grosse Schuttkegel gebildet haben,

sind südlich des Kaisterkopfs in die sonst zusammenhängende Wand gegraben.

Zwischen dieser fast ungestörten Tafel und dem Schinberg ist der Riedel von verwickeltem geologischen Bau. Hier verläuft die Mettauer Aufbruchszone, die sich in einer Aufwölbung und Überschiebung der Schichten auf die südlich lagernde ungestörte Sedimenttafel äussert. Schon nördlich Itental, auf der linken Talseite bei Emischwand zeigt sich die Aufbiegung und der Muschelkalk ist in einem ca. 20 m hohen Hügel herausgeschält. Das ist noch in weit stärkerm Masse beim Käsiberg der Fall. Kleine Subsequenzflüsschen haben sich im Keuper entwickelt, der bei Lauberten den Anfang der Überschiebung noch verhüllt. Erst bei der Egghalde tritt der Muschelkalkzug wieder heraus und kommt neben den widerstandsfähigen Keuperdolomit und Lias zu liegen. Deshalb ist der Übergang bei Sulzerberg und Voregg über die Störungszone nicht sichtbar, währenddem der Hang gegen die nördlich gelegene Subsequenzzone dem steilen Nordschenkel der Aufbiegung entspricht.

Über Degenacker-Brücklimatt-Obersulz zieht sich die Mandacher Störungslinie. Zwischen den beiden Aufbruchszonen liegt nun eine Schichttafel, die ungestört nach Süden einfällt. Im Tal bei Sulzhalde und Bütz ist noch der Muschelkalk dieser Tafel angeschnitten und er bildet auch einen kurzen Steilhang. Die Stufe des obern Keupers zieht sich von Vor Egg 480 m nach Lochmatt 430 m. Bäche bei Sulz räumen die weichen Keuperschichten aus, haben aber die im Sulzerberg erhaltene Liasebenheit noch nicht zerschnitten. Von ihr findet ein merklicher Übergang zum schuttbedeckten Doggerfuss des Schinberg statt.

Wie auf dem weiter westlich gelegenen Riedel finden wir hier also Tafelberge, die durch widerstandsfähige Schichten gebildet werden. Neu hinzu kommt die Herausschälung des Muschelkalkzuges der Mettauer Zone.

Ähnlich gebaut ist der Riedel zwischen Sulz und Mettauertal. Über den Muschelkalkebenheiten des Schwarzrain 465 m und der Frohnhalde 454 m erhebt sich ein kleiner Keupertafelberg in 523 m. Der Rand der Muschelkalktafel verläuft im Norden in einem dem Rheinlauf parallelen, flachen Bogen. Drei Bächlein, die auf seiner Oberfläche im Keuper entspringen, versiegen im Muschelkalkschutt, der den Fuss der Stufe bedeckt. Gegen Leidiken öffnet sich ein kleines Tälchen, das sich subsequent im Streichen der Keuperschichten entwickelt hat. Es hat mit dem im E im Hofer verlaufenden Bächlein geholfen, die Aufwölbung der Mettauerzone,

die uns im Hoh Bützig und dem langen Rücken von Altenackern entgegentritt, herauszuschälen. Diese beiden Bäche fliessen im untern Keuper, münden dann aber über die Stufe des Muschelkalks mit steilem Gefäll hineilend in Sulz- und Mettauer Bach. Entsprechend dem grössern Fortschritt der Erosion kommt die erwähnte Aufbruchszone in der Nähe des Tales morphologisch am stärksten zur Geltung. Während bei Hoh Bützig und Nussbaumen ihr Südschenkel nur klein und abgequetscht ist, bildet sie weiter östlich eine Antiklinale mit ziemlich flachen Schenkeln. Entsprechend diesem geologischen Bau besteht auch von P. 523 ein flacher Übergang nach Nussbaumen in 528 m. In Altenackern wird 563 m erreicht. Dort tritt auch noch eine kleine Decke von Trigonodusdolomit auf, wie übrigens auch bei Nussbaumen, der die Rodung lohnte, während die Muschelkalkhänge dichter Wald deckt.

Der Übergang von der Aufbiegung zur ungestörten Schichttafel im Süden ist unmerklich. Die Hänge, an denen der weiche Keuper ausgeräumt ist, deckt Gehängeschutt. An den Rändern der Schichttafel, deren Oberfläche hier in 489 und 528 m liegt und von Opalinustonen gebildet wird, treten wieder die Keuperstufen auf. Sie ziehen sich im Westen von Nussbaumen 480 m nach Espenegg 470 m, Ried 430 m, im E von Röthberg 460 m, wo im Schilfsandstein und Dolomit Steinbrüche angelegt sind, über Kaltenbrunnen nach Unter Büren. Der Muschelkalk bildet bei Steghalden südlich Mettau einen steilen Felshang. Der untere Keuper ist ein Gebiet starker Ausräumung. Bis zum Lias schneiden einige Bächlein ein und suchen kleine Flächenstücke loszutrennen und abzutragen. Der Galtenbach hat sich tief nach Süden hineingearbeitet und es ist ihm gelungen, die Landstufen des Gugli- und des Röthelhölzli von einander zu trennen, ja noch in die Bruchlinienstufe am Geissacker eine Bresche zu legen. Gugli 611 m und Röthelhölzli 580 m sind kleine Reste der früher ausgedehnten Bajocien- und Hauptrogensteintafel. Das Gugli besteht zu oberst aus einer kleinen Hauptrogensteinplatte. An seine Kuppe schliesst sich in 580 m Höhe die Landterrasse des Bajocien, die dann gegen Süden die Verbindung mit dem Geissacker bildet. Im Röthelhölzli ist nur sie noch vorhanden. Entsprechend der Härte und Mächtigkeit der Bajocienkalke sind die Hänge dieser beiden Hügel ziemlich steil. Gegen Süden schliessen sie sich in ca. 580 m dem schuttbedeckten Fuss des Geissackers an. Da bei der Überschiebung gleichwertige Schichten aneinanderstossen, so bildet in der Eselsmatt in 560 m eine Liasterrasse die Fortsetzung der Bajocienebenheit auf Gugli und Rötelhölzli.

Das ganze Gebiet tritt uns als reif zerschnitten entgegen. Die widerstandsfähigen Schichten sind als Landterrassen herauspräpariert, ebenso der Zug der Mettauerzone als Härtling.

Im Rütiberg tritt uns wieder eine, von dünner Keuperdecke verhüllte Muschelkalklandterrasse entgegen. Sie senkt sich von Norden, 511 m, nach Süden, 450 m, doch auch gegen NE Sennhof 450 m, Himmel 446 m. Zudem verschmälert sie sich in dieser Richtung, um dann nur noch am Hang der Wandfluh in kleinen Flächenstücken erhalten zu bleiben und ganz zu verschwinden. Die Ränder bieten das schon mehrfach beschriebene Bild und verlaufen parallel dem Rheinlauf. Die Zerschneidung ist noch wenig fortgeschritten, doch trennt ein südlich Sennhof in subsequentes Streichen umbiegender Bach bei Schwaderloch ein Flächenstück ab. Auch gegen Mettau schneidet ein kleiner Bach ein. Gegen den Stutz, der zur Mettauer Härtlingszone gehört, hat eine Flussrinne die Verbindung weit zurückgelegt. Doch besteht sie noch bei 490 m. Entsprechend einem flachen Ansteigen des nördlichen Faltenschenkels steigt auch das Gelände zwischen Schiltegg und Wandfluh flach an. Im Süden dagegen ist der Hang steil, von Schutthalden bedeckt. Das ist wohl darauf zurückzuführen, dass der Muschelkalk auf den weichen Keuper geschoben wurde, und durch seine Ausräumung wurde der steile Südhang erzeugt. Erst da, wo die Erosion die Keuper-Liastafel noch nicht erreicht hat, besteht ein ebener Übergang von der Aufbruchszone zur Tafel. Die Subsequenz ist also auch hier nicht vollständig. Die aufgewölbte Muschelkalktafel ist in der Wandfluh durch die Erosion quer zu ihren Streichen angeschnitten. Es treten da die gleichen Erscheinungen auf, wie an den einfachen Muschelkalkstufen. Ihre Höhenlage und ihr gegen Nordenfallen begünstigen das Abgleiten grosser Schichtpackete auf der weichen Unterlage. Nur eine dichte Walddecke verhindert hier ein schnelleres Zurückweichen der Fluh, auf deren Rand sich lange Abrissklüfte bilden.

Die gegen Norden umbiegende Mettauerzone lässt bei Leibstadt den Muschelkalk nur noch in viel geringerer Höhe auftreten. Sein Steilhang tritt dort unter der starken Diluvialbedeckung fast nicht mehr in Erscheinung.

In die schwach gewölbte Oberfläche der Wandfluh ist im Ifangerboden eine flache, mit Glacialschutt bedeckte Talmulde eingesenkt, die dann am Rand der Fluh unvermittelt endet. Wir haben es hier mit einem alten Tälchen einer frühern Erosionsperiode zu tun. Beim Zurückwandern der Stufe blieb nur noch ein Talschluss.

Wie vorhin erwähnt geht die Hochfläche der Wandfluh und des Weisstannenkopfes in die Liasebenheit von Olspel 522 und Ödenholz über. Wir befinden uns auf dem ungestörten Tafelstück. Dieses ist wieder zerschnitten. Da zum Teil noch der Muschelkalk an der Basis des Wilertales heraustritt und dort eine Stufe bildet, so ist der untere Keuper in seiner ganzen Mächtigkeit aufgeschlossen und bedingt eine weitgehende Ausräumung. Diese besorgen auch der Hottwiler- und Grundbach mit ihren Nebenflüsschen. Die milden Hänge krönen die Stufen des Keuperdolomits und Lias. Von Steigrüti ziehen sie sich unter dem Ebnet durch in 490 m, senken sich dann im Aureigraben, um vor Hottwil im Tal zu verschwinden. Am linken Talhang steigen sie dann gegen Eschbühl 530 m, sinken gegen Süden, um bei Gansingen wieder das Tal zu erreichen. Sie sind nach oben von Ebenheiten begleitet, die im Ebnet eine ziemlich grosse Fläche von 538 m bilden, im Runnifirst 497, Scheuer und Rüteli aber nur kleine Ebenheiten bilden. Die 90 m mächtigen Opalinustone bilden über ihnen ein Gebiet starker Schlipfe, über das sich einzelne Hauptrogensteintafeln erheben. Der 1 km lange 100—300 m breite Laubberg 653 m trägt eine flache Ebenheit, die nach allen Seiten scharf begrenzt ist. Besonders im E liegt 200 m tiefer die Erosionsbasis sehr nahe, in nur $1^1/_2$ km Entfernung. Das bedingt einen sehr steilen Hang. Deshalb gliedern sich nur gegen Süden und Westen in 570 m Höhe Landterrassen des Bajocien an. Die Stufen sind allgemeinen gekennzeichnet durch Busch- und Waldbedeckung. Der Übergang zum Bürer Horn ist schmal und liegt in 583 m. Das Bisletenbächlein fliesst hier im Scheitel der Aufbruchszone.

Ein kleinerer Rest der Hauptrogensteinplatte bildet den Mühlberg. Sie ist bis auf ein dünnes Relikt erodiert. Erst das Bajocien bildet wieder Landterrasse und Steilabhang. In 577 m findet der Übergang zum Hottwiler Horn statt.

Wir haben also in diesem Teil des Aargauer Tafeljuras eine tief zerschnittene Sedimenttafel. Durch die morphologisch widerstandsfähigen Schichten wird der Zerschneidung Einhalt geboten, der natürlich um so länger anhält, je mächtiger und fester die Schicht ist. In den weichen Horizonten wurden ausgedehnte Ausräumungsgebiete geschaffen. Laubberg und Mühlberg tragen Relikte der früher weiter verbreiteten Hauptrogensteintafel.

Im Stutz und Weisstannenkopf haben wir Flächen, die vielleicht frühern Erosionsperioden angehörten. Dafür spricht das in der Wandfluh eingesenkte Trockentälchen.

Die Täler, welche die eben besprochenen Riedel voneinander scheiden, werden von Bächen durchflossen, welche in den obern

Dogger- und Effingerschichten der Mandacherzone ihren Anfang nehmen. Eine Ausnahme macht der Sisselnbach. Entsprechend seiner starken Wasserführung ist sein Tal breit. Die Muschelkalkhänge treten stark zurück und ihren Fuss bedecken Diluvialterrassen. Sie führen zum Teil alpines Material, das stark verkittet und von Löss bedeckt ist. Aus diesen Tatsachen folgere ich, dass sie Terrassen der Risseiszeit sind. Ihre Oberfläche liegt bei Frick in 372 m, beim Bahnhof in 365, im Eilenz in 351 m, westlich Eicken beim Bahneinschnitt in 341 m. Sie würden also ihrer Höhenlage nach mit der Hochterrasse von Möhlin übereinstimmen. Ausser dieser, nur noch in unzusammenhängenden Terrassenstücken vorhandenen Hochterrasse begleitet eine Stufe der Niederterrasse den Sisselnbach hoch über dem Bachniveau.

Die obern Teile des Tales zwischen Frick und Öschgen zeigen entsprechend den weichen Schichten des Untergrundes milde Formen. Tief hat die Erosion in die Dolomitplatte des Wolfgarten eingeschnitten und die sanften Keuperformen sind von Steilstufen gekrönt. Nördlich Öschgen treten die Muschelkalkbänke ins Talniveau, um gegen Norden anzusteigen. Sofort werden die Gehänge steiler, auch verengert sich das Tal ein wenig. In Leimgruben und Weingarten hat der Bach Prallhänge geschaffen. Jetzt hat er sich in die 10 m Terrasse ein neues Bett eingesenkt. Bei Eilenzmatt fliesst er aber nicht wie sonst in seiner frühern Schotterauffüllung, sondern er schneidet den Wellenmergel an. Der Terrassensporn des Eilenz ist somit geschützt, ihre Nagelfluh reicht bis auf die liegenden Sedimente. Von der Brücke an schlängelt der Bach auf seinem, in die 310 m hohe Rheinterrasse eingesenkten Verebnungsboden, um dann bei Sisseln den Strom zu erreichen. Nur auf einer kurzen ca. 100 m langen Strecke fliesst also der Sisselnbach in liegendem Gestein. Sonst arbeitet er immer noch, jetzt durch Seitenerosion, an der Zerstörung früherer Schotterfelder. Das Tal muss also, da Schotter der grössten Vergletschung auf seinem Boden vorkommen, das zeigt uns die Terrasse von Eilenz, vor dieser Vergletschung erodiert gewesen sein.

Die östlicheren Bäche haben nur einen viel kürzeren Lauf. Der Kaisterbach greift mit seinen zwei Quellästen bei Itental bis ins Niveau des Malm der aufgeschobenen Sedimentplatte. Im Talacker haben wir ein Trockental, das vermuten lässt, dass der kleine Bach von Wolftal da enthauptend eingegriffen hat. Östlich Itental greift der andere Quellast bis zur March hinauf. Doch fängt die Wasserführung erst an der Basis des Hauptrogenstein an. In schmalem Tälchen fliesst nun der Kaisterbach durch die Keuperstufe, erweitert dann den Talboden bis zum Käsiberg, wo

der beginnenden und angeschnittenen Muschelkalkaufwölbung halber das Tal sich wieder verengt. Unterhalb dieser Stelle befinden wir uns im Ausräumungsgebiet des untern Keupers, in das auch weit hinein der Bach von Oberkaisten greift. Erst bei Kaisten wird der Muschelkalk durchbrochen, und zwar in einem ziemlich breiten Tal mit gut entwickeltem Talboden und hier hat sich als Nachfolger einer Römersiedlung das Dorf entwickelt. Ausserhalb des Durchbruchs durch den Muschelkalk hat der Bach auf die Rheinniederterrasse seinen Schuttkegel aufgeschichtet und mäandriert jetzt auf ihm und auf der Niederterrasse bis zur Mündung in den Rhein.

Terrassen finden wir im Kaistertal nur als kleine undeutliche Reste. Sie liegen 5—10 m höher als das Bachniveau. Die Hänge sind bis ins Tal hinunter mit Moränenschutt bedeckt, ein Zeichen wieder, dass das Relief hier älter ist, als die Rissvergletschung. Die Talböden sind ziemlich breit und sogar in den epigenetischen Talstrecken am Käsiberg und bei Kaisten ist das Gefälle ausgeglichen.

Ein nicht viel grösseres Einzugsgebiet hat der Sulzerbach. Seine Quelläste sind teils subsequent angelegte Callovientälchen, teils schneiden sie obsequent in die Hauptrogensteinstufe. Nur der östliche Ast hat eine grössere Länge. Er entspringt in den Malmschichten, doch ist seine grösste EW Laufstrecke epigenetisch in den Hauptrogenstein eingesenkt. Erst vor Sulz biegt er nach Norden um, ein Zeichen, dass zur Zeit jener Anlage die Stufe etwa 500 m weiter nach Norden reichte, in die er dann obsequent einschnitt. In seinem obersten Teil ist das Gefälle steil. Erst bei Talmatt in 460 m ist sein Lauf von einem Talboden begleitet.

Zwischen Obersulz und Bütz begleitet den Bach eine Terrasse, in die er sich wieder neu einschneidet. Enger wird das Tal wieder gegen Leidiken. Da fehlt auch der Talboden. Erst gegen den Rhein zu, wo der Bach in weichen Anhydritschichten ausräumen konnte, finden wir wieder Terrassen in 340 m Höhe, die dann in die Niederterrasse des Rheins übergehen.

Auf der Laufstrecke von Leidiken zum Rhein pendelt der Bach auf einer kleinen Verebnungsfläche im Schotter und schneidet nirgends dessen Liegendes an. Wir müssen also, da auch in diesem Tal die Glacialbildungen und ihre Schotter bis zum Talboden reichen, annehmen, dass dieses Tal vor der grossen Vergletschung gebildet war.

Oberhalb Mettau treffen zwei Bäche zusammen, die in die Sedimenttafel zwischen der Mandacher- und Mettauerzone eine starke Ausräumung geschaffen haben. Oberhalb Oberbüren greifen

sie über die Bruchlinienstufen hinauf. Der westliche schwächere Quellast fliesst, nachdem er in Bannhalde und Tal eine Subsequenzzone geschaffen, in kurzem, steilem Lauf obsequent durch den Hauptrogenstein, der östliche verläuft überhaupt ganz im Streichen der Stufe. Seinem Talboden nach zu schliessen, scheint das der ältere Quellast zu sein, der sich epigenetisch in den Hauptrogenstein eingeschnitten hat. Er besitzt ein ausgeglichenes Gefälle, während das obsequente Bächlein noch in sehr steiler Stufe in einem Hängetälchen ins Haupttal übergeht.

Unterhalb Gansingen treten längs des Baches 5 m höher als dieses Terrassen mit alpinem Material auf. Auch gehen die Moränen, die überall die Hänge in dünner Decke überziehen, bis zum Talboden hinunter. Erst kurz vor der Vereinigungsstelle mit dem Wiler Bach wird der Muschelkalk angeschnitten und dieser bildet dann auch sehr steile Talgehänge.

Der Wiler Bach greift auch über die Mandacherzone hinaus. Die ostwestliche Richtung einzelner Quelläste zeigt subsequente Anlage. Das Gefälle ist ausgeglichen, der Talboden breit. Nebenbäche räumen den Keuper aus. Zwischen Wil und Oberhofen, ebenso in Ritterhalden zeigen sich Reste alter Talböden, die aber ebensogut, da sie nur lokal über Muschelkalk auftreten, seine Felsterrassen sein können. Sie liegen in Engleten 370—390 m, in Ritterhalden 410—430 m, bei Wil 420 m. Sie sind von Glacialschutt bedeckt.

In ziemlich engem Tale wird der Muschelkalk durchflossen. Wieder begleiten Terrassen den Bach, die 20—30 m über ihm liegen und nicht so starkes Gefälle aufweisen. Sie gehen auch in die Niederterrasse des Rheins über, die bei Etzgen im Pfannenstiel 340 m hoch wird. Die Terrasse ist zum Teil geschützt, da der jetzt seitlich erodierende Bach bei Etzgen die Wellenkalke angeschnitten hat.

Alle besprochenen Täler haben verschiedene Züge gemeinsam. Sie greifen sämtliche über die Mandacher Linie hinaus, fast alle mit epigenetisch eingesenkten Subsequenztälchen beginnend, durchfliessen eine Ausräumungszone mit milden Talhängen und durchbrechen in kurzem gestrecktem Lauf den Muschelkalk. Glacialbedeckung bis ins Tal hinunter verweist die Bildung dieser Täler in die Zeit vor der grossen Vergletscherung.

In der ganzen Zone nördlich der Mandacher Bruchlinienstufe finden wir also die Herausarbeitung der härteren Schichten am Werk, die Bildung einer Schichtstufenlandschaft. Es lässt sich kein einheitliches Niveau erkennen, das uns als Rest einer frühern

Verebnungsfläche erscheinen könnte. Denn nur da, wo widerstandsfähige Schichten die weichen schützen, sind diese erhalten geblieben. Auch weisen die gestreckten Unterläufe und die ziemlich engen Täler der Flüsse darauf hin, dass die Erosion nie zum Stillstand gekommen ist. Entsprechend diesen Tatsachen fügen sich sämtliche Bodenformen ganz dem gegebenen geologischen Bau ein. Bei Kaisten, wo eine flache Einbiegung ist, sinken die Landterrassen, ebenso nach Süden, entsprechend dem Schichtfallen. Die Aufbruchszone von Mettau ist als Härtlingszug des Muschelkalks herausgebildet. Wohl wurde ja nicht direkt die Schichtfläche als solche herausgeschält, denn schliesslich schneiden auch die Landterrassen die Schichten schief. So liegt noch auf fast allen Muschelkalkebenheiten Keuper, der Scheitel der Aufbiegungszone ist auch stärker abgetragen als die Schenkel. Die harten Niveaus dienen eben als lokale Erosionsbasis, bis zu denen das Hangende abgetragen wird. So lange die Gefällsverhältnisse über der harten Platte gross sind, wird das auch schneller vor sich gehen, doch wo sie fast weggeschafft sind, wird es eine lange Zeit dauern, bis alle Resten der hangenden Schichten verschwunden sind.

Ich habe bei der Besprechung der Wandfluh erwähnt, dass in ihrer Oberfläche, in 530 m, sich ein Tälchen befinde, das einer früheren Erosionsperiode zuzuweisen sei. Nun sind aber, wie schon dargelegt, im Aargauer Tafeljura keine jüngeren post-miocänen Flächen zu finden, die als Reste von Rumpfflächen zu deuten wären. Man müsste schon die Übergänge über die Aufbruchszone als solche Flächenstücke ansehen. Diese liegen ungefähr in 500 m Höhe. Nun treten im Schwarzwald in gleicher Höhe zwischen 500 und 600 m solche Verebnungsflächen auf, die sich in der harten Unterlage des Urgesteins gut bewahrt haben. Auch ist die junge Erosion der Haupttäler der Alb und Murg erst etwa bis 600 m Höhe fortgeschritten. Über diese Höhe öffnet sich ein weites Tal mit breiten Talboden und bietet einen scharfen Gegensatz zum klammartig eingesenkten Unterlauf. In diesem Unterlauf sind aber auch Spuren früherer Ausgeglichenheit des Gefälles. Bei Tiefenstein findet sich ein Umlaufberg von 545 m Höhe. Diese würde ungefähr ins Niveau der erwähnten Ebenheiten reichen. Alle diese Befunde lassen uns das Bild eines ehemaligen Rheintales konstruieren. Es lag höher als das praeglaciale Rheintal, auf dessen Sohle der Deckenschotter liegt, wäre demnach auch älter. Vielleicht ist dieses Rheintal mit der Basisfläche der Sundgauschotter zu identifizieren. Pliocäne Schotter sind im Tafeljura keine zu finden. Der Schwarzwald ist nur mangelhaft kartiert, deshalb können wir in dieser Beziehung nur Vermutungen aufstellen.

Warum wir im Jura so wenig Anhaltspunkte für einen pliocänen Talboden finden, liegt in der Tatsache, dass zu jener Zeit der Rhein noch weiter nördlich floss. Die Schichtstufe des Muschelkalkes war wohl schon gebildet und die Erosion des Rheines wirkte immer gegen Süden, konnte also da keine Schotter ablagern. Da sich die Erosionsbasis immer mehr näherte, so war die Möglichkeit eines Stillstandes der Erosion im Süden ausgeschlossen.

Das Rheintal zwischen Leibstadt und Säckingen.

Das Bild des Rheintales ist ein sehr abwechslungsreiches. Weitungen mit grossen Schotterfeldern wechseln ab mit engen Laufstrecken, wo der Rhein in Wirbeln und Schnellen die sich ihm darbietenden Hindernisse wegzuschaffen sucht. Nach der Talweitung von Leibstadt durchschneidet er bei Schwaderloch den Muschelkalk des Schwarzwälder Sedimentmantels. Von der Albmündung bis Laufenburg fliesst er dann in engem Tale, mäandrierend Prall- und Gleithänge schaffend. Auf dieser Strecke schneidet er auch zu mehreren Malen in das Urgestein des Schwarzwaldsockels. Unterhalb von dem erwähnten Städtchen ist wieder eine Weitung, die ein ausgedehntes Terrassenfeld ausfüllt. Überhaupt ist der Rheinlauf von Terrassen begleitet, die nur in seiner obsequenten Laufstrecke zwischen Schwaderloch und Hauenstein fehlen. Zwar sind die Terrassenreste oft klein und nur noch am Eingang in die Seitentäler vorhanden, wo sie auch weit hinauf greifen. Sie gehören grösstenteils dem Alter der Niederterrasse an und liegen ca. 40 m über dem heutigen Flussniveau. Die Hochterrassenreste sind spärlich. Sie sind im Eilenz 351 m und vor der Halde 341 m, durch die Niederterrasse vor Abtragung geschützt, zu finden.

Südlich des Rheintales erheben sich die steilen Muschelkalkstufen. Das Vorspringen oder Zurückweichen ihrer Formen verdient näher betrachtet zu werden. Wären diese Schichtstufen einfach unabhängig von einem so grossen Subsequenzfluss entstanden, denn als solchen muss man den Rhein in dieser Hauptstrecke auffassen, so wären ihre Formen bedingt durch tektonische Aufwölbungen oder Einbiegungen. Bei einer Aufwölbung müsste die Stufe zurücktreten, bei einer Einbiegung vorspringen. Hier finden wir ganz andere Ergebnisse. Bei Kaisten springt die Stufe in flachem Bogen nach Süden zurück. Hier befindet sich aber eben eine tektonische Mulde in NS-Streichen, an der Wandfluh ist der Muschelkalk der Mettauer Antikinale einfach schief angeschnitten. Die andern Bögen und Winkel werden auch nicht durch die Tektonik bedingt, sondern die Stufe springt da zurück, wo der

Rhein weit eingreift, und wo er Gleithänge bildet, springt sie vor. Die Form der Muschelkalkstufe ist also nur der Rheinerosion zuzuschreiben. Da, wo Schwarzwaldflüsse seinen Lauf nach Süden drängten, griff er weit ein und wo er am Schwarzwald seinen Prallhang schafft, bleibt die Stufe geschont.

Nun ist im allgemeinen der Abhang des Schwarzwaldes ein sanfter, während der Tafeljura in steiler Stufe gegen den Rhein abfällt. Auch finden sich die eiszeitlichen Schuttkegel der Schwarzwaldflüsse hoch oben am Schwarzwaldrand.[19]) Auch Deckenschotter sind dort zu finden, die im Tafeljura gänzlich fehlen. Erst zur Zeit der grossen Vergletscherung, wo auch in diesem die Formen schon vollständig wie heute gebildet waren, treten Hochterrassenschotter auf. Aus diesen Gründen schliessen wir, dass der Rhein sich auf der harten Unterlage des Schwarzwaldes langsam gegen Süden schiebt und die weichen Schichten des untern Muschelkalks erodiert.

Jetzt bildet er eigentlich nur im Schutt früherer Akkummulationsphasen sein Bett und nur da, wo er seinen Lauf verfehlt hat, schneidet er epigenetisch das Grundgebirge an. Seine heutige Wirkung auf die Stufen ist also nur gering. Diese wurden schon vor der Risseiszeit so weit zurückgelegt, und die lange Zeit ermöglichte dann den südlichen Nebenflüssen, sie mit ausgeglichenem Gefälle zu durchfliessen. Sie ermöglichte auch die Bildung und Verkittung so mächtiger Schuttdecken, die jetzt den Fuss der Stufe überziehen.

Suchen wir nun die Bildung des Rheintales in der obermiocänen Fläche zu verstehen, so sehen wir, dass er sich dort in die weichen Keuper-, Lias- und Opalinusschichten eingegraben hat und deshalb war es ihm auch möglich, ein eigentlich für seine Jugend breites Tal anzulegen. In einem spätern Abschnitt wird näher über seine Bildungsgeschichte zu sprechen sein.

Das Aaretal.

Karten:

Siegfriedblätter: 21. Koblenz, 22. Klingnau, 36. Stilli, 38. Brugg.

F. Mühlberg. Geol. Karte des untern Aare-, Reuss- und Limmattales. 1 : 25000.

A. Favre. Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers. Bl. II.

Literatur:

Léon du Pasquier. Ueber die fluvioglac. Ablagerungen der Nordschweiz. Beiträge N. F. I. 1891.

F. Mühlberg. Erläuterungen zur geolog Karte des untern Aare-, Reuss- und Limmattales. Eclogae VIII. 1904, 487.

R. Tschudi. Zur Altersbestimmung der Moränen im untern Wehratale. Diss. Basel. 1904.

[19]) J. Schill. a. a. O. 27 ff.

Oskar Frey. Talbildung und glac. Ablagerung zwischen Emme und Reuss. Diss. Zürich 1907.
Ed. Brückner. Das Schottergebiet in der N.-W.-Schweiz. In *Penck* und *Brückner:* Die Alpen im Eiszeitalter. II. Leipzig 1909. 442.
Ed. Blösch. Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz. Beiträge NF XXXI. 1911. 27.
R. Frei. Monographie des schweiz. Deckenschotters. Beiträge NF XXXVII. 1912.

In einem weiten, von ausgedehnten Schottermassen angefüllten Tale fliesst die Aare. In einem jungen Einschnitt durchbricht sie die Gislifluh-Kestenbergfalte, wendet sich dann westwärts, um bei Windisch und Turgi zwei weitere grosse Mittellandflüsse, Reuss und Limmat, aufzunehmen. So verstärkt schlängelt dann der Fluss auf seinen frühern Aufschüttungen, nur bei Böttstein das Liegende, den Lias anschneidend. Erst bei Felsenau verengt ihr Lauf sich wieder beim Durchbruch durch den Muschelkalksporn, um dann, mit dem Rhein vereinigt, in grossem Bogen ins SW laufende Rheintal zu fliessen. Die weite Talung wie die auf den Höhen liegenden alten Schotter deuten auf hohes Alter des Aarelaufs. Nur bei Brugg, wo er in enger, epigenetischer Schlucht die Malmkalke angreift und bei Felsenau haben wir jüngere Formen. Roman Frei hat durch die Konstruktion seiner praeglacialen Hochfläche, die E. Brückner[20]) zuerst beschrieben hat, an Hand der Basisflächen des Deckenschotters nachgewiesen, dass schon vor der Günzeiszeit ein Tal existierte. Während der Risseiszeit floss dann der Fluss über Riniken und Rüfenach und über den Strich ins Rheintal und der spätere Durchbruch bei Felsenau ist einer Anzapfung durch den nahen Rhein oder dem Ausgreifen des Mäanders über die trennende Wasserscheide des Muschelkalkzuges zuzuschreiben. Der alte Aarelauf floss in viel weitern Windungen, als der heutige. Rekonstruieren wir seine Richtung, so floss er in einem Bogen vom Kettenjura dem Rhein zu.

Während der Zeit, in der die Aare nun dieses Tal durchfloss, übte sie auch einen Einfluss aus auf die umgebende Landschaft. Sie schuf in den weichen Schichten ihrer Nähe Ausräumungszonen, die sie dann zum Teil mit mächtigen Schotterablagerungen ausfüllte.

Ausräumungsgebiete westlich der Aare.[21])

In frühern Abschnitten wurde schon beschrieben, wie die Tafel der Geissberg- und Wangenerkalke in Sporne, ja in lange schmale Tafeln aufgelöst worden sei. So sind Burghalde, Bütz-

[20]) Ed. Brückner a. a. O. 470.
[21]) Siegfriedblätter: 21. Koblenz, 22. Klingnau, 35. Veltheim, 36. Stilli, 38. Brugg.

berg und Geissberg gänzlich vom Bötzbergplateau abgetrennt. Auch die Malmtafel des Bötzbergs selber, die mit Tertiär bedeckt ist und gegen SE ins Aaretal einfällt, ist durch die Bächlein von Übertal und Unterbötzberg am Rande zerschnitten. Die Flussläufe müssen, während andere Abdachungsverhältnisse bestanden, gebildet worden sein. Sie fliessen in der Nähe von Remigen am Fusse des Geissberg zusammen. Während der Bach von Unterbötzberg ein schmales Schlängeltal benützt, haben die viel weniger Wasser führenden Rinnsale von Norden breite Talböden. Diese Tatsachen sprechen dafür, dass diese Täler schon in der obermiocänen Hochfläche angelegt wurden. Sie flossen da schon in Geissbergschichten und haben in ihnen ihren Tallauf festgelegt. Sie strömten einer Niederung zu, die südlich des Geissberges lag. Beim tiefern Einschneiden durchschnitten sie die Kalktafel und hatten jetzt ein Leichtes, in den Effingerschichten ein breites Tal anzulegen. Eine Einbiegung der Schichten in der Gegend von Koblenz hatte wohl ein Rückwärtserodieren der Gewässer zur Folge, sobald die Erosion des Rheins bis in diese Gegend vorgedrungen war. Mit dieser Einbiegung hängt wohl auch die Verwerfung von Wessenberg und die Leibstadter NS-Störung zusammen. Nach diesem Eingreifen erfolgte Neubelebung der Erosion. Die Juranagelfluh des Bötzbergs fiel ihr zum Teil zum Opfer und die obermiocäne Fläche wurde zum grossen Teil zerstört. In flachen Tälern ging diese Abspülung vor sich, denn der Rand der Malmkalke hielt raschere Tiefenerosion auf. Praeglacial flossen schon die Mittellandflüsse durch die Talung dem Rhein zu.

Da wo die harte Kalkunterlage nicht freigelegt ist, ist der Rand der Bötzberghochfläche sanft geneigt. Erst da, wo diese angeschnitten wird, zeigt sich ein steiler Abfall. Bei Kalofen ist das der Fall. Kleine steile Bäche greifen da bis auf die Hochfläche und zerschneiden die mächtigen Juranagelfluhablagerungen und ihre Kalkunterlage in schmale Grate. Der Bach von Unterbötzberg, dessen Quelle viel weiter von der Erosionsbasis entfernt ist, hat sich ein längeres Tal geschaffen. Sein Gefälle ist bedeutend ausgeglichener, als bei den südlichen Randbächen. Das weist auf sein höheres Alter. Der gewundene Lauf lässt seine epigenetische Anlage vermuten, doch kann sein Alter höchstens diluvial sein, da er schon die nördliche Richtung besitzt und die Malmstufe noch in einem Wasserfall überspringt. Da der Höhenlage entsprechend, sein Lauf zur ersten Eiszeit noch im Tertiär floss, kann er erst später sein Bett gegraben haben. Bis zur Risseiszeit war die Ausräumung auf die jetzige Tiefe gelangt, denn sowohl im Talausgang als im Tal selber sinkt die Hochterrasse

unter die spätern Aufschüttungen. Gleiche Verhältnisse zeigen sich bei den alten Tälchen bei Möntal und Remigen. Da liegt bis 40 m über dem Bachniveau die Hochterrasse, und ihre Schotter senken sich unter dasselbe. Auf diesen Rissschottern liegen noch Moränen, die auch die Bergsturzhügel bei Möntal bedecken.

Nördlich von Villigen geht die Ausräumung in Effingerschichten vor sich. Diese bilden isolierte Hügel: Guglen und Nollen. Ihre Widerstandsfähigkeit ist dem Auftreten von harten Kalkbänken zuzuschreiben.

Nördlich der Mandacher Zone, die bei Böttstein an die Aare tritt, treten noch einige Tafelberge auf. Ihre Oberfläche bilden dünne Malmschichten. Die sie erhaltenden, widerstandsfähigen Schichten sind Spatkalke. Die Bruchlinienstufe besteht fort. Sie zieht sich als flacher Kamm über Rothberg und Egg 537 m und sinkt dann zur Aare ab. Ihre Oberfläche reicht nicht mehr ins Niveau der obermiocänen Rumpffläche, da die Facies des obern Dogger, die Parkinsonischichten, leicht zerstörbar sind. Der Scheitel der Mandacher Zone liegt hier in einer Subsequenzzone. Nördlich davon liegen die Tafelberge des Wessenbergs 617 m, Bergs 562 m und Böttenbergs 582 m. Ihre Oberfläche, eine Landterrasse, ist stark verkleinert, besonders im Böttenberg, der nach allen Seiten steil abfällt. Der Westhang des Wessenberges bildet eine Bruchlinienstufe; seine Tafel ist ca. 20 m abgesunken. Wo aber an der Verwerfung Parkinsonischichten und Bajocien als morphologisch gleichwertig zusammenstossen, hört sie auf und setzt sich etwas umbiegend als Schichtstufe des Bajocien fort. Auf dem Berg finden wir auch eine von Malm bedeckte Ebenheit, die 562 m, bei Hirzingen 536 m erreicht, und sich entsprechend dem Schichtfallen von W nach E senkt.

Zwischen diesen einzelnen Erhebungen greifen Bäche bis zum Rothberg ein. Sie räumen die weichen Gesteine der Aufbruchszone aus und fliessen dann in die nördlich gelegene Schotterzone. Ein kleines Bächlein greift direkt von der Aare her ein. Die Opalinustone bilden in seiner Nähe ein schlipfreiches Gebiet.[22])

Gegen die Aare haben wir auch eine Ausräumungszone. Sie zeigt ähnliche Formen wie die schon beschriebenen. Die harten Malmkalke schützen die obermiocäne Rumpffläche vor Abtragung und ihre bestehenden Flüsse mussten ihre Laufrichtungen beibehalten. In den Tertiärschichten des Bötzbergs bemerken wir eine mehr flächenhafte Abtragung. Erst in den widerstandsfähigen Schichten wird ihr Lauf festgelegt. Diese bilden am Talrand Stufen

---

[22]) A. Balzer. Der Erdschlipf von Böttstein 1877.

und ihre Oberflächen werden zu Landterrassen erniedrigt. Vor der dritten Eiszeit war das Relief der Landschaft fertig gestaltet, das beweisen die Rissschotter und Moränen in den Tälern.

Das Gewässernetz.

In obermiocäner Zeit finden wir also im Tafeljura eine Rumpffläche, die sich nach Süden abdacht. Die Sammelader ihrer Flüsse floss ungefähr in der Längserstreckung des heutigen Faltenjuras. Reste der obermiocänen Entwässerung finden wir noch in den Bächen zwischen Geissberg und Schinberg. Schon in alttertiärer Zeit hatte sich der Rheintalgraben gebildet. So lange aber der Tafeljura noch fast im Niveau des Meeres lag, bestand zwischen ihm und dem Transgressionsmeer der Rheinsenke keine Höhendifferenz. Erst bei der Tieferlegung dieser Senke und dem Verschwinden der Meere in diesen Gegenden, musste sich ein Fluss bilden, der rückwärts einschneidend, ins Gebiet des nach Süden entwässerten Schwarzwaldrandes einschnitt. Er zapfte, von W nach E fortschreitend, die Schwarzwaldbäche ab, und diese münden jetzt noch in einem spitzen Winkel in den Fluss. Die rückwärtige Erosion gelang um so leichter, als weiche Schichten in der obermiocänen Ebene ausstrichen. In diesen eben entwickelte sich der Rhein subsequent. Die Rümpfe dieser südlich fliessenden Bäche blieben nur noch als kleine Kümmerflüsschen erhalten. Am südlichen Hang des neuen Tales entwickelten sich obsequente Wasseradern, die aus der Rumpffläche eine Schichtstufenlandschaft herausschnitten.

Der Jurafaltung vorausgehend, scheinen nun in der Richtung des heutigen Juratales und Aarelaufs Einmuldungen entstanden zu sein. Diese benützten Wasseradern, die dem eingreifenden Rhein zuströmten. So ist zu erklären, dass die Sisseln ein so grosses Einzugsgebiet eroberte und dass es einem Flüsschen gelang, bis zum Jurarandfluss vorzudringen und ihn abzuzapfen. Die harten Hauptrogensteinkalke hinderten die Sisseln an einem raschen Einschneiden und nur nach und nach gelang es ihr, bis in die Gegend des Faltenjura vorzudringen. Wo aber ein Facieswechsel keine harten Kalke mehr austreten liess, gedieh natürlich die Erosion schneller und es gelang ihr, die Uraare, die immer noch dem Donaubecken zufloss, abzulenken. Schon Osk. Frey[23]) hat diese Anzapfung für wahrscheinlich angenommen, nur vermutete er eine solche über den Bötzberg, und nach ihm hätten Reuss und Limmat das jetzige Aare-

[23]) O. Frey. a. a. O. 354.

tal geschaffen. Die Aare hätten sie dann ihrerseits wieder angezapft. Das scheint aber nicht wahrscheinlich zu sein, denn das Fricktal gibt gar keinen Anhaltspunkt für die Annahme eines so gerichteten Aarelaufes, dafür ist die Talung zu eng. — Wir hätten also im Lauf der Aare von Wildegg bis in den Rhein ein grosses Anzapfungsknie vor uns.

Gleichzeitig und nach dem Eingriff des Rheines in das alte Flussystem begann die Auffaltung des Kettenjura und zwar wurden die südlichen Ketten wohl zuletzt gebildet.[24]) Die wasserreiche Aare konnte sich antezedent in diese sich aufwölbenden Ketten einschneiden. Dass das Talstück durch die Gislifluh-Kestenbergkette noch sehr jung zu sein scheint, da in ihm grössere Ausräumung fehlt, ist wohl ein Beweis, dass diese Kette jünger ist, als die weiter nördlich gelegenen.

Die Anzapfung war pliocän beendet, wenn man die Sundgauschotter als Akkumulationsprodukte dieser Zeit ansehen will. Während dieser Zeit wurde ein Talboden geschaffen, der uns noch im Schwarzwald in 500—600 m Höhe entgegentritt. Eine neue Erosionsphase schuf dann die praeglaciale Landoberfläche, die sich im Mittelland gegen die Talmulde des Aare-Rheinlaufs senkte.

Bis zur Risseiszeit war dann das Maximum der Vertiefung des Tales erreicht. Nur kleine Unterschiede bestanden noch im Reuentalersporn. Diese grösste Vergletscherung hat dann die ganze Gegend mit glacialem Material überschüttet und in den Hochterrassen treten uns ihre Abschmelzungsprodukte entgegen. Nach einer erneuten Erosionsphase wurde die Niederterrasse aufgeschüttet, in die sich jetzt die Flüsse wieder hineingraben und nur da, wo sie ihr altes Bett verfehlten, sägen sie epigenetisch in die Gesteinsunterlage.

Das räuberische Eingreifen des Rheins ins Donausystem tritt uns im ganzen obern Donaugebiet entgegen. Von W nach E greifen die Ablenkungen weiter und in kurzer Zeit wird wohl der ganze Oberlauf der Donau dem Rhein tributär sein.

Literatur:

G. Braun: Zur Morphologie der Umgebung von Basel. II. Verh. Nat. Ges. Basel XXVIII. II. 307. 1917.

W. M. Davis. Die erklärende Beschreibung der Landformen. Bearb. v. A. Rühl. Leipzig u. Berlin 1912.

Oskar Frey. Talbildung u. Glac. Ablagerungen zw. Emme u. Reuss. Diss. Zürich 1907.

A. Göhringer. Talgeschichte der obern Donau u. des obern Neckar etc. Diss. Freiburg 1909. Mitt. Bad. Geol. Landes-Anstalt VI.

---

[24]) A. Buxtorf. Prognosen etc. a. a. O.

A. Penck. Talgeschichte der obersten Donau. Schr. des Ver. für Gesch. d. Bodensees. XXVIII. 1899. 117.
H. Reck. Die morphol. Entwicklung der süddeutschen Schichtenstufenlandschaft etc. Z. d. D. Geol. Ges. 64. 1912. 81.
E. Scheu. Zur Morphologie d. Schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. Forsch. z. deutsch. Landes- u. Volkskd. XVIII. 1909.

Zusammenfassung.

Die für die Beschreibung des Aargauer Tafeljura wichtigen Tatsachen sind folgende.

In obermiocäner Zeit wurde ein Stillstand der Erosion erreicht. Die gebildete Rumpfebene senkte sich vom Schwarzwald in 700 m bis auf die Höhe von 600 m in der Gegend der jetzigen Faltenjurastirn. Überragt wurde sie von einem Zug von Härtlingen zwischen Thiersteinerberg und Geissberg, in der uns zum Teil Reste einer früheren Rumpffläche und zum Teil bis auf den harten Doggerkalk erodierte Oberflächen einer Bruchlinienstufe entgegentreten. Diese Rumpfebene ist auch im westlichen Tafeljura von G. Braun nachgewiesen worden. Sie ist nicht die Basisfläche der Juranagelfluh, sondern schneidet sie in einem spitzen Winkel. Ihr Alter ist nach den neuen Gliederungen des Tertiärs[25]) sarmatisch, die Basisfläche der Juranagelfluh vindobonisch. Sie gehört wahrscheinlich einer grossen regionalen Verebnungsfläche an, da sie auch im Hegau[26]) und im schwäbischen und fränkischen Jura[27]) vorkommt. Die Entwässerung geschah vom Schwarzwald gegen Süden. Andeutungen sind noch in kleinen Tälchen zwischen Schinberg und Geissberg erhalten.

Durch das Eingreifen der Rheinerosion wurde das Gebiet vollkommen umgestaltet und nur da, wo harte Kalke die obermiocäne Fläche schützten, blieb diese noch erhalten. In den weichen Schichten des untern Dogger, Lias und Keuper hat der Rhein ein weites subsequentes Tal geschaffen und das der Donau tributäre Flussnetz zu sich abgelenkt. So bilden die Schwarzwaldflüsse nur noch die Anfänge der frühern konsequenten Entwässerung. Im Sisselntal und im Aareunterlauf griff die Erosion weit in die obermiocäne Fläche ein, weil sie dort aus weichen Schichten bestand und jüngere Einbiegungen das Zusammenfliessen der Wasseradern begünstigten. Im Aaretal gelang die Anzapfung der Uraare und wir haben hier ein grosses Ablenkungsknie. Die Nebenbäche griffen jetzt in grossen Ausräumungszonen ein und arbeiteten eine Schicht-

---

[25]) A. Heim. a. a. O. p. 131.
[26]) G. Braun, Deutschland. p. 265.
[27]) Reck. a. a. O., Seefeldner. a. a. O.

stufenlandschaft heraus. Die Stufen und Landterrassen sind aber nicht zusammenhängend, sondern sie zeigen starke Auflösung in Riedel. Die harten Schichten der Mandacherzone wurden durch die Erosion als Bruchlinienstufe herausgearbeitet, während in der mehr antiklinal gebauten Mettauerzone die Muschelkalkaufwölbung als Härtlingszug herausgeschält wurde.

Zu Beginn der Diluvialzeit waren die Stufen schon gebildet, aber noch nicht so weit nach Süden zurückgelegt. Der Rhein floss ca. 3 km weiter nördlich. Seither bis zur Risseiszeit ist er auf dem Urgebirgssockel des Schwarzwaldes nach Süden geglitten und hat die heutigen Formen seines Tals gebildet. Auch seine Nebenflüsse haben ihre Täler bis aufs heutige Niveau ausgeräumt und die grösste Vergletscherung fand schon ein ähnliches Relief, wie die Gegend es heute bietet.

Uebersicht über Kartenmaterial und Literatur.

Karten:

Topographische Karten:

Topographische Karte der Schweiz 1 : 100,000. Blatt III. Ueberdruck Aarau:
Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfriedkarte) 1 : 25,000. Blätter.

		21. Koblenz.
19. Sisseln.	20. Laufenburg.	22. Klingnau.
32. Frick.	33. Bözen.	36. Stilli.
34. Wölfliswil.	35. Veltheim.	38. Brugg.

Grh. Badische Messtischblätter 1 : 25,000. Bl.: 154. Wehr. 155. Görwihl. 156. Waldshut. 166. Säckingen. 167. Kleinlaufenburg. 168. Dangstetten.

Geologische Karten:

Geol. Karte d. Schweiz 1 : 100,000 Bl. III. u. VIII.

H. Eck: Geognostische Uebersichtskarte des Schwarzwalds. Südl. Bl. 1 : 200,000 1886.

C. Regelmann: Geol. Uebersichtskarte v. Württemberg, Baden etc. 1 : 600,000. 8. Auflage. 1911.

Tektonische Karte (Schollenkarte) Herg. v. Oberrhein. Geol. Verein. Bearb. v. C. Regelmann. Bl. I. I. Aufl. 1897.

J. Schill: Geol. Karte d. Grossh. Baden. Sektion Waldshut. 1 : 50,000. 1862.

F. Mühlberg: Geol. Karte des untern Aare-, Reuss- u. Limmattales. 1 : 25,000. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Spezialkarte No. 34. 1904.

E. Brändlin: Geol. Karte d. nördl. Aargauer Tafeljura zw. Aare u. Fricktal. 1 : 100,000. Verh. d. nat. Ges. Basel. Bd. XXII. 1911. Tafel I. u. handschriftl. Originalaufnahmen 1 : 25,000.

L. Braun: Geol. Karte des Blattes Frick 1 : 25,000. Handschriftliche Originalaufnahme.

Literatur:

A. Amsler. Tektonik des Staffeleggebietes u. Betrachtungen über Bau u. Entstehung d. Juraostendes. Diss. Zürich 1915. Eclogae XIII. 4. 1915.

A. Balzer. Der Erdschlipf von Böttstein 1877.
Ed. Blösch. Zur Tektonik des Schweiz. Tafeljura. N. Jb. für Min. etc. Beilageband XXIX. 1910. 593.
Ed. Blösch. Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz. Beiträge N. F. XXXI. 1911. 27—36.
Ed. Blösch. Diluviale Schuttbildungen im Fricktal. Festschrift der Aarg. naturf. Ges. XII. 1911. 137.
E. Brändlin. Zur Geologie des nördl. Aargauer Tafeljura zwischen Aare und Fricktal. Verh. nat. Ges. Basel. Bd. XXII. 1911. 1.
M. Bräuhäuser. Die Bohnerzbildung im Muschelkalkgebiet am obern Neckar. Jahreshefte d. Ver. für Vaterl. Naturkde. in Württemberg. Jg. 1916. Bd. 72. 210.
G. Braun. Zur deutschen Landeskunde. V. Der Schwarzwald. Zeitschr. d. Ges. für Erdkde. Berlin 1914. 199.
G. Braun. Vortrag am 19. Deutschen Geographentag zu Strassburg 1914. Pet. Mitt. Juli 1914.
G. Braun. Zur Morphologie der Umgeb. von Basel. I. Verh. nat. Ges. Basel. XXV. 1914. 128.
G. Braun. Deutschland. Berlin 1916.
G. Braun. Zur Morphologie der Umgebung v. Basel. II. Das Rheintal zwischen Waldshut und Basel. Verh. nat. Ges. Basel. XXVIII. 1917. 307.
F. Brombach. Beiträge zur Kenntnis des Trias am SW. Schwarzwald. Mitt. d. grossh. Bad. Geol. Landesanstalt. Bd. IV. 1903. 429.
Ed. Brückner. Das Schottergebiet in der Nordschweiz, in *Penck* u. *Brückner:* Die Alpen im Eiszeitalter. II. Leipzig 1909. 442.
S. v. Bubnoff. Zur Tektonik des Schweizer Jura. Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. Geol. Ver. N. F. Bd. II. H. I. 1912. 103.
Aug. Buxtorf. Ueber vor- oder altmiocäne Verwerfungen im Basler Tafeljura. Eclogae. VI. 1899/1900. 176.
Aug. Buxtorf. Geologie d. Umgebung v. Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beiträge N. F. XI. 1901.
Aug. Buxtorf. Oberflächengestaltung u. geol. Geschichte des nordschweizerisch. Tafeljura. Verh. schweiz. nat. Ges. 93. 1910. Bd. I.
Aug. Buxtorf. Die mutmasslichen geol. Profile des neuen Hauenstein- u. Grenchenbergtunnels im Schweizer Jura. Verh. Nat. Ges. Basel XXIII. 1913.
Aug. Buxtorf. Prognosen u. Befunde beim Hauensteinbasis- u. Grenchenbergtunnel. Verh. Nat. Ges. Basel XXVII. 1916. 184.
Aug. Buxtorf. Ueber Prognosen u. Befunde beim Hauensteinbasistunnel u. geol. Geschichte u. Oberflächengestaltung des Tunnelgebiets u. seiner Umgebung. Tätigkeitsbericht d. Nat. Ges. Baselland. 1911/16. 178.
Hans Cloos. Tafel- u. Kettenland im Basler Jura u. ihre tekt. Beziehungen. Diss. Freiburg 1910. N. Jb. für Min. etc. Beilageband 30.
Arthur Erni. Das Räth im Schweiz. Jura. Eclogae. Bd. XI. 1909/10. 1.
Roman Frei. Monographie des schweiz. Deckenschotters. Beitr. N. F. XXXVII. 1912.
Roman Frei. Ueber die Verbreitung d. diluv. Gletscher in der Schweiz. Beitr. N. F. XXXXI. 1912.
Oskar Frey. Talbildung u. glaciale Ablagerung zwischen Emme u. Reuss. Diss. Zürich 1907. N. Denkschriften d. Allg. Schweiz. Ges. für die Ges. Naturwissensch. 41. 2.
J. J. Früh. Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh in der Schweiz. Neue Denkschriften d. Allg. Schweiz. Ges. für d. Ges. Naturwissensch. 30. 1890.
A. Göhringer. Talgeschichte der obern Donau und des obern Neckar. Diss., Freiburg 1909. Mitt. Bad. Geol. Landesanstalt VI.

A. Gutzwiller. Die löchrige Nagelfluh. Bericht d. Gewerbeschule Basel 1879/1880.
A. Gutzwiller. Die Diluvialbildungen der Umgeb. von Basel. Verh. nat. Ges. Basel X. 1894.
A. Gutzwiller. Die Gliederung des diluvialen Schotters in der Umgebung von Basel. Verh. nat. Ges. Basel. Bd. XXIII. 1912.
Alb. Heim. Geologie der Schweiz. Leipzig 1916. Lief. 2.
Alfr. Hettner. Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der sächsischen Schweiz. Forsch. z. deutsch. Landes- und Volkskde. II. H. 4. 1887.
J. E. Hibsch. Die Verbreitung d. oligocänen Ablagerungen und die vorolig. Landesoberfläche in Böhmen. Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wissensch. Wien. Mathem. Naturwissensch. Kl. 122. I. 1913. 485.
F. v. Huene. Geol. Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. Verh. nat. Ges. Basel. 12. 1900.
F. v. Huene. Eine orographische Studie am Knie des Rheins. Geogr. Zeitschrift VII. 1901. 140.
J. Hug. Geol. d. nördl. Teile des Kantons Zürich. Beiträge N. F. XV. 1907.
F. Makatschek. Der Schweizer Jura. Ergänz.-Heft. Pet. Mitt. 1905. 16.
F. Makatschek. Ueber morphologische Karten. Kartogr. Zeitschrift Wien. VI. H. 3 u. 4. 1917.
W. Meckenstock. Morphol. Studien im Gebiete des Donaudurchbruchs von Neustadt bis Regensburg. Mitt. d. Vereins d. Studierenden d. Geogr. an der Univ. Berlin. I. 1915. 3.
Peter Merian. Beiträge zur Geognosie. 1821. Basel.
Peter Merian. Geognostische Uebersicht des südl. Schwarzwaldes. Basel 1831.
Peter Merian. Ueber den aarg. Jura. Bericht über die Verh. d. Basler nat. Ges. X. 1850—51. 137.
Cas. Moesch. Der Aargauer Jura. Beiträge IV. 1867.
F. Mühlberg. Ueber die errat. Bildungen im Aargau. 1. und 2. Festschrift d. Aarg. nat. Ges. 1869 und Mitt. d. Aarg. nat. Ges. 1874.
F. Mühlberg. Kurze Skizze der geolog. Verhältnisse des Bötzbergtunnels etc. Mitt. d. Aarg. nat. Ges. 1889. Eclogae I. 5. 1890.
F. Mühlberg. Kurze Schilderung des Gebietes der Exkursion der oberrh. geol. Gesellschaft. Eclogae XXIII 1892. 181.
F. Mühlberg. Bericht über die Exk. d. Schweiz. geol. Gesellschaft. Eclogae XXIII 1892. 413.
F. Mühlberg. Bericht über die Exkursion V im östl. Jura und Aargauer Quartär. Compte rendu du congrès international. 6^0 session 1894. Zürich.
F. Mühlberg. Geol. Exkursionen im östl. Jura und aarg. Quartär. Livret guide géologique. Lausanne 1894.
F. Mühlberg. Der Boden von Aarau. Festschrift 1896. 112.
F. Mühlberg. Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. 1901.
F. Mühlberg. Programm der Exk. der Schweiz. geol. Gesellschaft. Eclogae VII 1902.
F. Mühlberg. Erläuterungen zu den geol. Karten des Grenzgebietes zwischen dem Ketten- und Tafeljura. I. geol. Karte der Lägernkette. Eclogae VII 1902. 246. II. geol. Karte des untern Aare-, Reuss- und Limmattales. Eclogae VII 1904. 487.
F. Mühlberg. Einige Ergebnisse der staatl. Kontrollbohrung auf Steinsalz bei Koblenz im Jahre 1903. Eclogae IX. 1906. 1.
F. Mühlberg. Geol. Gutachten über den projektierten Hauenstein-Basistunnel. Schweizerische B. B. (Generaldirektion.) Neue Linie von Sissach über Tecknau nach Olten. Beil. No. 11.

F. Mühlberg. Der Boden des Aargaus. Festschrift der aarg. nat. Ges. Mitt. d. aarg. nat. Ges. XII. 1911. 149.

Max Mühlberg. Brauner Jura in der Nordschweiz. Eclogae VI. 4. 1900. 293.

Alb. Müller. Geologische Skizze des Kantons Basel und der angrenzenden Gebiete. Beiträge I. 2. Aufl. 1884.

Fr. Nussbaum. Ueber die Fortschritte der morphol. Erforschung der Schweiz in neuerer Zeit. Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde zu Berlin 1914. 745.

L. du Pasquier. Ueber die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beiträge N. F. 1. 1891.

A. Penck. Talgeschichte der obern Donau. Schriften d. Ver. für die Geschichte d. Bodensees. XXVIII. 1899. 117.

E. Philippi. Ueber die präoligocäne Landoberfläche in Thüringen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellschaft 62. 1910. 305.

H. Reck. Die morphologische Entwicklung d. süddeutschen Schichtstufenlandschaft. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 64. 1912. 81.

H. Reich. Stratigraphische und tektonische Studien im Uracher Vulkangebiet. Diss. Freiburg i. Br. 1915.

L. Rollier. Structure et Histoire géologique de la partie du Jura central comprise entre le Doubs, le Val de Delémont, le lac de Neuchâtel et le Weissenstein. Beitr. VIII 1893. 1. et. 2. supplément.

G. Rüetschi. Einige geographische Beobachtungen in den Plateaubergen des Sisseltales. Mitt. d. ostschw. geogr. kommerziellen Ges. in St. Gallen 1910.

E. Schaad. Die Juranagelfluh. Beiträge N. F. XXII. 1908.

F. Schalch. Das Gebiet nördl. vom Rhein. Beiträge XIX. 2.

F. Schalch. Nachträge zur Kenntnis des Trias am südöstl. Schwarzwald. Mitt. d. grossh. Bad. geol. Landesanstalt V. 1906

E. Scheu. Zur Morphologie der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. Forsch. zur Deutsch. Landes- und Volkskunde. XVIII. 1909.

Jul. Schill. Geol. Beschreibung der Umgebung von Waldshut. Beitr. zur Statistik der innern Verwaltung des Grossh. Baden. H. 23. 1867.

C. Schmidt. Geol. Beschreibung des östl. Aargauerjuras. Livret guide 1894. 41.

C. Schmidt, A. Buxtorf, H. Preiswerk. Führer zur geol. Exkursion durch den südl. Schwarzwald, Jura und Alpen. 1907.

H. Schmidthenner. Die Oberflächengestaltung des nördl. Schwarzwaldes. Diss. Heidelberg 1913. Abhandl. z. Bad. Landeskunde. 2.

Erich Seefeldner. Morphogenetische Studien aus dem Gebiete des fränkischen Jura. Forsch. z. Deutsch. Landes- und Volkskunde XXI. 3. 1914.

Jul. Sitzenberger. Ueber die beim Bahnbau zwischen Koblenz und Stein im Aargau zu Tage getretenen Triasgesteine. Vierteljahrsschrift d. nat. Ges. in Zürich. 38. 2. 1893.

G. Steinmann. Bemerkungen über die tekt. Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem Nordschweiz. Kettenjura. Ber. d. nat. Ges. in Freiburg i. Br. VI 1892. 150.

K. Strübin. Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Basler Tafeljura. Verh. nat. Ges. Basel 13. 1900.

Rud. Suter. Geologie der Umgebung von Maisprach. Verh. nat. Ges. Basel XXVI 1915.

A. Tobler. Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel. Basel 1905.

Rob. Tschudi. Zur Altersbest. d. Moränen im untern Wehratal. Diss. Basel 1904.

J. H. Verloop. Die Salzlager der Nordschweiz. Diss. Basel 1909.

Heinr. Walter. Ueber die Stromschnelle von Laufenburg. Vierteljahrsschrift d. nat. Ges. in Zürich 46. 1901. 232.

Abkürzungen:

Beiträge = Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.
Eclogae = Eclogae geologicae Helvetica.
Verh. nat. Ges. = Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft.

Bemerkungen zu den Tafeln.

Stereogramm des Aargauer Tafeljura.

(Tafel XI, Fig. 1.)

Um ein anschauliches Bild von den Oberflächen des behandelten Gebietes zu geben, wurde dieses Stereogramm gezeichnet. Als Grundlage benützte ich die Siegfriedblätter. Das Original wurde im Masstabe 1:50 000 als Parallelprojektion mit einer Tiefenverkürzung auf $^1/_4$ der Länge konstruiert. Mit Hilfe von Photographien und nach eingehender Bekanntschaft mit dem Relief des Landes wurden dann zu dessen Darstellung Schraffen gezeichnet. Um eine leichte Orientierung zu ermöglichen, wurden einige Höhenzahlen und Namen beigefügt. Das Stereogramm greift ein wenig über das behandelte Gebiet hinaus. Im Hintergrunde treten noch Wischberg und Farnsberg als dem Thiersteinerberg äquivalente Härtlinge heraus. Im Süden ist die Stirn des Faltenjuras durch ein Profil geschnitten.

Kartenskizze der obermiocänen Rumpffläche im Aargauer Tafeljura.

(Tafel XI, Fig. 2.)

In seiner jüngst erschienenen Arbeit hat G. Braun[28]) eine Tafel veröffentlicht, die die Struktur der obermiocänen Rumpffläche darstellt. Die dort beschriebene Methode habe ich auch für mein Gebiet angewendet. Dass die Karten ein wenig differieren, ist darauf zurückzuführen, dass G. Braun die Rumpffläche ein wenig tiefer liegend annahm.

Zuerst wurde die Form und Lage der Fläche durch Isohypsen konstruiert. Nach den Erläuterungen im Text liegt sie im Schwarzwald über 700 m; am Südrande des Tafeljura in 600 m. Aus dieser Fläche ragen 50—100 m die Härtlinge der Mandacherzone. Zwischen den einzelnen Bergen sind Einsenkungen, die durch obermiocäne Flüsse gebildet wurden. Sie haben die Höhenzone in zum Teil flache Riedel zerlegt. Mit Hilfe von 50 Profilen, die nach den Aufnahmen von E. Brändlin, L. Braun, F. Mühlberg und J. Schill konstruiert und in 500 m Distanz gelegt wurden, zerlegte ich das

[28]) G. Braun. a. a. O. 336.

ganze Gebiet in Streifen. Auf die Profile wurde nun die Höhe der Rumpffläche eingetragen und die Mächtigkeit der Schichten bis zu ihrer Profillinie ergänzt. Um zu genauen Ergebnissen zu gelangen, sind zahlreiche Profile im Gelände mit dem Barometer nachgeprüft und die mangelhaft kartierten Gebiete der südlichen Blätter neu aufgenommen worden. Im südlichen Schwarzwald, der jetzt nicht begangen werden kann und von dem wir ausser der alten Aufnahme von Jul. Schill keine geologischen Karten besitzen, kann die Karte nicht mehr so genau sein. Nachher wurden dann nach morphologischen Gesichtspunkten die Isohypsen der Rumpffläche endgültig festgelegt.

An den Schwarzwald, der in einem Sporn gegen SW vordringt, legen sich die Sedimentschichten der Trias. In der Gegend von Laufenburg bilden sie einen flachen Knick, um dann in nordöstlichem Streichen gegen den Randen zu ziehen. Dieser Knick kommt schon im Profil J. H. Verloops[29]) zum Ausdruck. Die Sedimente steigen dann rasch an, um in der Mettauerzone eine gebrochene und überschobene Antiklinale zu bilden. Während in der vorgelagerten Mulde sich noch dünne Hauptrogensteinfetzen finden, wird in der Aufbiegung der Keuper in Fenstern aufgeschlossen. Deutlich zeigt sich dann auf der Karte die flache Einbiegung von Koblenz, die die Aufwölbung, die im Lias angeschnitten ist, mehr nach Norden verlegt. Das ungestörte Tafelstück südlich der Mettauerzone besteht noch aus einer Hauptrogensteintafel, die im E in die weichen und weniger mächtigen Parkinsonischichten übergeht. Die flache Lagerung hat es ermöglicht, dass jetzt der Hauptrogenstein nur noch in Resten erhalten ist, dass aber, dank seinem Vorhandensein, die Ausräumung nicht weiter fortschreiten konnte.

Südlich der Mandacherlinie, an deren Rand die südliche Tafel ziemlich steil aufgerichtet ist, sinken ihre Schichten unter die tertiäre Bedeckung. Nur im E sind die Malmkalke freigelegt.

Verfolgen wir nun die Entwicklung des Flussnetzes, so können wir aus der Karte klar erkennen, dass der Rhein sich als Subsequenzfluss in weichen Schichten gebildet hat. Ebenso erkennen wir die Entstehung der Ausräumung des obern Fricktals in weichen Schichten und wir können uns das epigenetische Einschneiden seines zentripetalen Flussnetzes in die harten Malm- und Doggerkalke wohl denken. Die Kettenjurastirn, die im Süden die Karte abschliesst, bildet eine ziemlich gestreckt verlaufende Linie. Es ist ein Zeichen, dass bei der Faltung des Jura die Fläche als Fastebene vorhanden war und nur unbedeutende, sehr flache Täler aufzuweisen hatte.

[29]) J. H. Verloop. a. a. O.

Formation			Horizont	morphol. Wert	Mächtigkeit	
Diluvium			Schotterterrassen	h	W. Wessenberg E	
Tertiär	Miocän	Sarmatien	Juranagelfluh und Helicitenmergel	wh	bis 100 m	o. Süssw.-Molasse
		Vindobonien	Meeresmolasse			
Jura	Malm	Sequan	Wangenerschichten	hh	30 m	
			Crenularisschichten			
			Geissbergschichten	hh		
		Argovien	Effingerschichten	wh	150 m	
			Birmensdorferschichten	h		
	Dogger	Callovien	Macrocephalusschichten	hw	30 m	1—10 m
			Variansschichten	w		
		Bathonien	Hauptrogenstein	hh	70—90 m	Parkinsonisch. wh 30
		Bajocien	Blagdenischichten	hw	55 m	
			Humphriesischichten			
			Sauzeischichten			
			Sowerbyischichten		90 m	
		Aalénien	Murchisonaeschichten	h		
			Opalinustone	ww		
Lias				hw	30 m	
Trias	Keuper		Bunte Mergel	hw	bis 30 m	
			Gansinger Dolomit			
			Schilfsandstein			
			Gipskeuper	ww	70 m. Gips	
			Lettenkohle			
	Muschelkalk		Trigonodusdolomit	w	20 m	
			Hauptmuschelkalk	hh	40 m	
			Anhydritgruppe	w	50-120 m. Gips, Steinsalz	
			Wellenbildungen	wh	50 m	
	Buntsandstein			h	bis 40 m	
Rotliegendes				hh		

Formations- und Mächtigkeitstabelle. Sie soll uns als Uebersicht über den morphologischen Charakter der einzelnen Formationen dienen. Einteilung und Mächtigkeit wurden zusammengestellt aus den im Text zitierten geologischen Arbeiten.

Strukturkarte des Aargauer Tafeljura.

(Tafel XI, Fig. 3.)

Ein ähnliches Bild wie Figur 2 gibt diese Strukturkarte. Sie gibt die Lage der verschiedenen Basisflächen in Isohypsen von 25 m Aequidistanz an. Sie wurde konstruiert aus genauen Punkten dieser Basisflächen und gibt hauptsächlich von der Tektonik des Gebietes ein gutes Bild. Man liest aus ihr das südliche Einfallen der Tafeln, die Aufwölbungen in den Aufbruchszonen und die Lage der jungen Einbiegungen und Flexuren, die zum Teil die Richtungen von Sisseln und Aare bestimmten.

Ein Vergleich mit der topographischen Karte lehrt, dass das Rheintal vollkommen unabhängig von der Tektonik ist. Es schneidet sowohl Mulden als Einbiegungen. Auch sieht man, dass die Ebenheiten der Ausräumungsgebiete sich ganz an die Lage der harten Sedimente halten, dass wir also in ihnen Landterrassen vor uns haben.

Die südöstliche Ecke wurde in Anlehnung an A. Amsler[30]) gezeichnet.

Geologische Karte des Aargauer Tafeljura.

(Tafel XII.)

Tafel XII gibt einen geologischen Überblick über das ganze Gebiet. Sie wurde gezeichnet nach den Aufnahmen von C. Mösch, F. Mühlberg, E. Brändlin, L. Braun und A. Amsler. Den südwestlichen Teil habe ich ergänzt und die andern Aufnahmen neu geprüft. Entsprechend meiner Aufgabe habe ich die Schichten nach morphologischen Gesichtspunkten ausgeschieden und mit bestimmten Signaturen belegt, um zugleich ein morphologisches Bild zu erhalten. Harte Schichten sind so hell gehalten und weiche dunkel. Lias und oberer Keuper wurden ihrer morphologischen Gleichwertigkeit halber zusammengefasst, ebenso das Bajocien mit den Murchisonaekalken. Durch die Signatur kommen in den Ausräumungsgebieten die Landterrassen als helle Flächen heraus, ebenso die Teile der obermiocänen Rumpffläche, die ja nur im Tertiär und in den harten Kalken noch erhalten ist.

Ohne Signatur wurden die Talauffüllungen gelassen und nur die ältern Schotterhorizonte ausgeschieden. Die Moränenbedeckung wurde vernachlässigt, um das Bild nicht zu stören. Bezeichnet wurden noch besonders grosse Schutthalden im Rheintal, am Fusse

---

[30]) A. Amsler. a. a. O. 455.

Zeit	Zustand	Sedimente	Tektonische Vorgänge	Morphologische Vorgänge
Alluvium		junge Ausfüllung der Täler, Schuttkegel, Gehängeschutt		Erosion
Würm Eiszeit		Niederterrasse / Löss	Dislokationen der Rheintalsenke	Aufschüttung von Terrassen, abwechselnd mit Ausräumung
Riss „	Festland	Hochterrasse, Moränen		Bildung der Landterrassen und Täler
Mindel „		junge Deckenschotter		
Günz „		ältere Deckenschotter		
Pliocän		(Sundgauschotter) —	Grösste Intensität der Faltung	Eingreifen der Rheinerosion, Zerstörung der sarmatischen Rumpfft.
Obermiocän		Obere Süsswassermolasse	Muldenbildung im Aare- und Fricktal	Bildung der sarmatischen Rumpffläche
Sarmatien	Küstenregion	Juranagelfluh und Helicitenmergel, Süsswasserkalk v. Anwil		Küstenebene
Mittelmiocän		Meeresmolasse	Bildung der Mandacher u. Mettauer Aufbruchzonen	
Vindobonien				
Untermiocän		—	Rheintalsenke	Bildung der Vindobonischen Rumpffläche u. Verkarstung
Oligocän				
Eocän	Festland	Bolus		
Kreide				

Jurafaltung

Diluvium

Tertiär

Tabellarische Zusammenstellung der Vorgänge im Aargauer Tafeljura als Zusammenfassung der in vorliegender Arbeit gefundenen Gesichtspunkte.

der Muschelkalk- und Hauptrogensteinstufe, ebenso die Bergsturzhügel bei Möntal.

Als Grundlage diente eine Zusammenstellung der Topographie aus den Siegfriedblättern mit Isohypsen in 20 m Aequidistanz. Kleine Unregelmässigkeiten, die schliesslich bei einer so grob angelegten Karte entstehen können, fallen bei der Reduktion weg.

Morphologische Karte des Aargauer Tafeljura.

(Tafel XIII)

In die kleine topographische Grundlage eingezeichnet wie Tafel XII, ermöglicht sie einen guten Vergleich mit ihr. Die Verebnungsflächen wurden hell gehalten. Um ein besseres Verfolgen der Schichtstufen zu ermöglichen, wurden diese mit Schraffen eingezeichnet. Auch Bruchlinienstufen wurden, so weit sie heraustreten, markiert. Mit dunklen Schraffuren wurden die Oberflächen der verschiedenen Schotterterrassen belegt, doch bei der Niederterrasse nur die Ränder ausgezogen.

Auf der Karte bemerken wir die Teile der obermiocänen Rumpffläche und ausser diesen eine ausgedehnte, durch den Eingriff des Rheins geschaffene Ausräumungszone, die als Stufenlandschaft entwickelt ist. In sie sind die zum Teil mit breiten Talböden versehenen Täler gesenkt. Die Mettauer Aufwölbung äussert sich als langgestreckter Härtlingszug. In der Bötzbergegend sind noch die als obermiocän erkannten Talrichtungen eingezeichnet.

Profil zwischen Schwarzwald und Kettenjura.

(Tafel XIV, Fig. 1.)

Den Einblick in die Geologie und Morphologie des Gebietes ergänzt das Profil, das vom Schwarzwaldrand über das Rheintal und den Bötzberg gelegt wurde. Im Norden finden wir die Triassedimente, welche die obermiocäne Rumpffläche schneidet. Dann folgt der breite Einschnitt des Rheintals. Südlich des Flusses erheben sich die Steilstufen der Muschelkalktafel. Man gewinnt den Eindruck, dass das nach Südengleiten des Stroms auf der harten Unterlage immer noch weiter vorwärts geht. In den nördlichen Tafelbergen und dem Mettauer Härtlingszug sieht man, wie sich das Relief den harten Schichten anpasst. Erst südlich davon, im Geissacker und Bötzberg, finden wir die obermiocäne Rumpfebene wieder, die zwar auch in den weichen Schichten zerstört ist und über die als Härtlinge und Riedel Geissacker und Hommel hinausragen.

Um einen Vergleich mit A. Buxtorfs[31]) vindobonischer Fläche zu ermöglichen, die ja die Basisfläche der Juranagelfluh bildet, ist diese auch eingezeichnet.

Die Aufbruchszonen wurden entsprechend den Befunden E. Brändlins gezeichnet und nach A. Buxtorfs Auffassung als Abscherungen nach unten ergänzt. Dieser Auffassung nach greift also die Störung nicht unter die Anhydritschichten und ist nur auf tangentiellen Druck zurückzuführen.

Vier Profile zur Erläuterung der Entwicklung der Landschaftsformen.
(Tafel XIV, Fig. 2.)

In diesen Profilen habe ich versucht, durch sukzessive Erniedrigung der Erosionsbasis aus der obermiocänen Landoberfläche die heutigen Formen abzuleiten. Während jeder Periode treten uns Formen entgegen, die zum Teil noch heute in der Landschaft auftreten; diese wurden als entsprechende Typen angeführt.

In Profil I wurde die obermiocäne Rumpffläche rekonstruiert; deutlich sehen wir das Ausstreichen weicher Schichten in der Gegend des heutigen Rheintales und die Härtlingszone der Malmkalke. Südlich derselben haben obermiocäne Flüsse flache breite Talmulden angelegt. In Profil II liegt die Erosionsbasis in ca. 550 m. Sie entspricht der Höhe der als pliocän vermuteten Flächenstücken am Schwarzwald und der Basisfläche der Sundgauschotter, die westlich Basel in 480—440 m liegen.[32]) Die Ausräumung des Rheins hat schon grossen Umfang angenommen und der nördliche Teil des Tafeljuras bildet schon eine Schichtstufenlandschaft. Die Malmkalktafel ist schon stärker zerschnitten, und der Bach von Unter-Bötzberg hat sich auch schon in die Tertiärschichten eingesenkt.

In Profil III liegt das Erosionsniveau an der Basis des ältern Deckenschotters, die bei Birkingen im Schwarzwald in 440—490 m liegt. Das Profil stellt also die praeglaciale Landoberfläche dar, die also hier nichts weniger als eine Fastebene ist. Die alten Bäche der Malmtafel haben diese durchsägt und in Riedel zerlegt und räumen in den Effingerschichten aus, der Bötzberger Bach schneidet sich epigenetisch in die harte Unterlage ein.

Im Profil IV sind die heutigen Verhältnisse dargestellt. Die Auffüllung der Täler mit Schottern zeigt, dass die Erosion schon tiefer gegriffen hatte.

[31]) A. Buxtorf: Ueber Prognosen etc. a. a. O. 208.
[32]) A. Gutzwiler, 1912 a. a. O. 2.

Nachschrift.

Diese Arbeit wurde angefertigt in der geographischen Anstalt der Universität Basel. Sie entstand unter der Anregung von Herrn Prof. Dr. G. Braun, dem hier für seine Ratschläge und seine mannigfache Unterstützung der beste Dank ausgesprochen sei. Verpflichtet bin ich auch sehr Herrn Prof. Dr. C. Schmidt, der die Freundlichkeit hatte, mir im weitesten Umfang die Benützung der Bibliothek der Basler geologischen Anstalt zu gestatten, ebenso Herrn Geheimrat Prof. Dr. Albr. Penck, bei dem ich mir in einem Berliner Semester wertvolle Kenntnisse aneignen durfte.

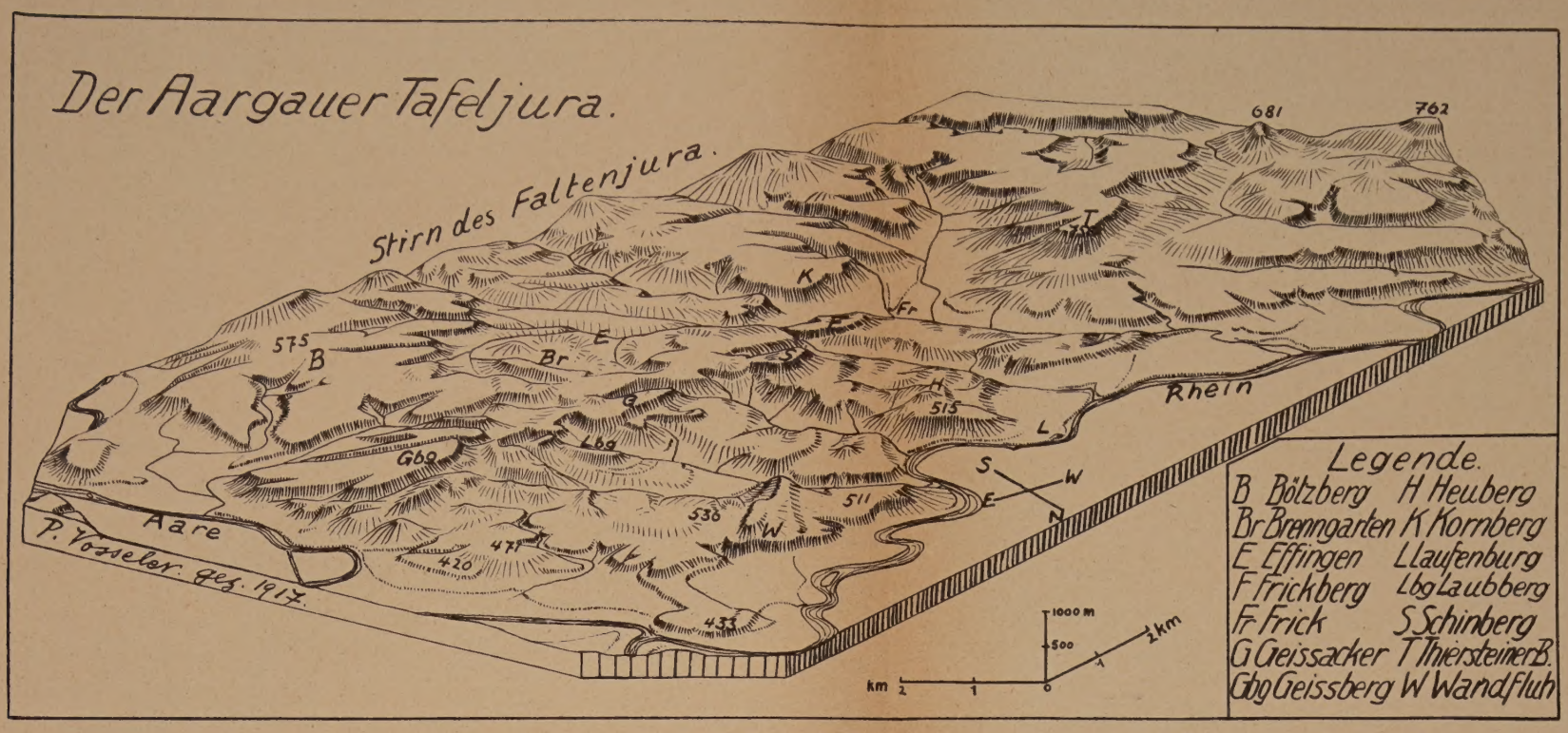
Curriculum vitae.

Ich, Christian Paul Vosseler von Basel, wurde geboren in Gelterkinden, Baselland, am 20. März 1890 als Sohn des Sekundarlehrers Jakob Christian Vosseler in Basel und der Marie geb. Keiser. Nachdem ich in Basel die Primarschule, das Untere Gymnasium und zwei Klassen der Knabensekundarschule durchlaufen hatte, bezog ich 1905 die Obere Realschule, um dort 1909 die Reifeprüfung zu bestehen. Während 6 Semestern studierte ich dann, zuerst neben dem Besuch der Fachkurse für Primarlehrer, an der Universität Basel; 1911 erwarb ich das Zeugnis der Wählbarkeit als Lehrer an der Primarschulstufe und im Sommer 1912 das an der Mittelschule. Nach einem Semester in Lausanne kehrte ich in die Heimatstadt zurück und studierte dort bis zum im Frühjahr 1915 absolvierten Examen fürs höhere Lehramt. Nach einem Semester in Berlin, währenddem ich auf mannigfachen Exkursionen und Reisen meinen geographischen Gesichtskreis erweiterte, kehrte ich wieder nach Basel zurück, um bis zum Sommer 1917 hier zu arbeiten. Verschiedene Mobilisationen haben früher angefangene Arbeiten in unliebsamer Weise unterbrochen.

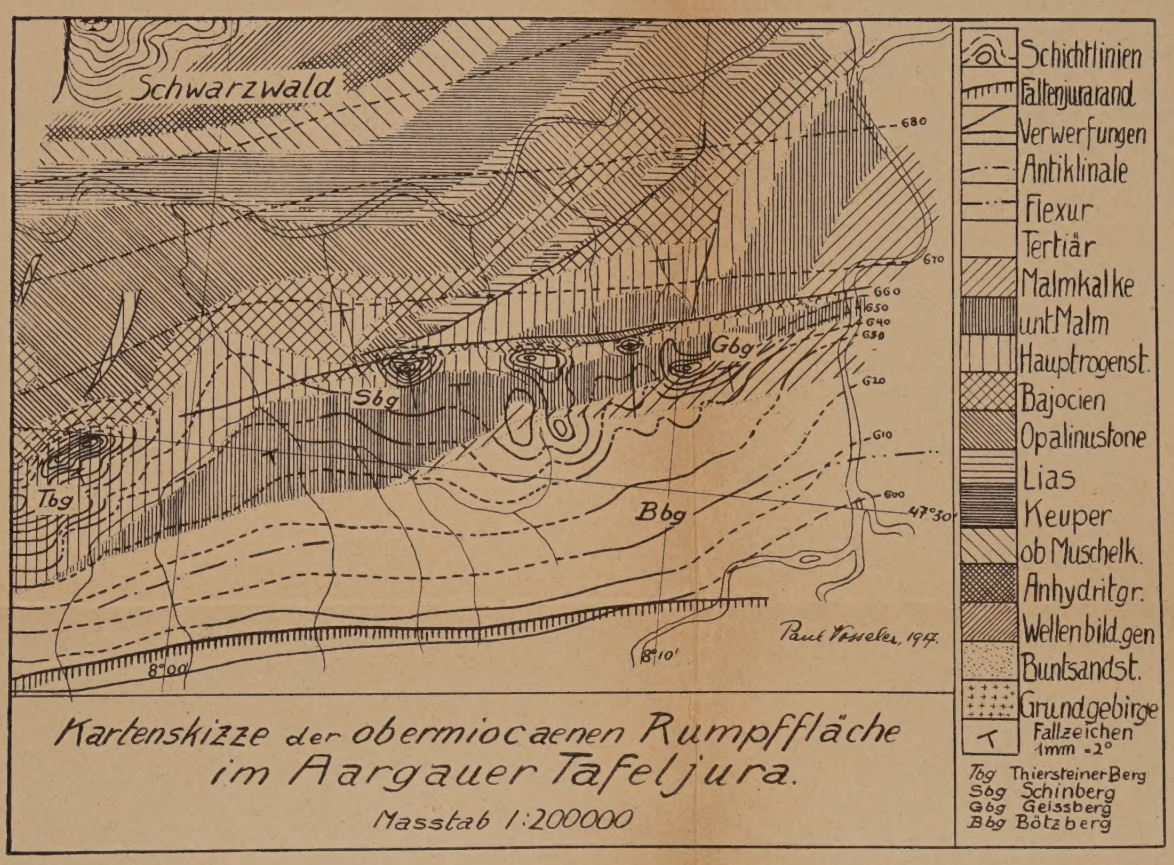
Während meiner Studien genoss ich den Unterricht folgender Lehrer: Prof. G. Braun, Albr. Burckhardt, A. Buxtorf, A. Fischer †, Häberlin, G. Senn, C. Schmidt, P. Steinmann, E. Villiger, F. Zschokke (in Basel); Argand, Lugeon (in Lausanne); Albr. Penck, Merz, A. Rühl (in Berlin).

Sie waren z. T. von entscheidendem Einfluss auf meine geistige Entwicklung. Ihnen gebührt mein wärmster Dank, vor allem Herrn Prof. Dr. G. Braun, unter dessen Leitung vorliegende Arbeit entstand, und der mir immer mit grösstem Wohlwollen zur Seite stand.

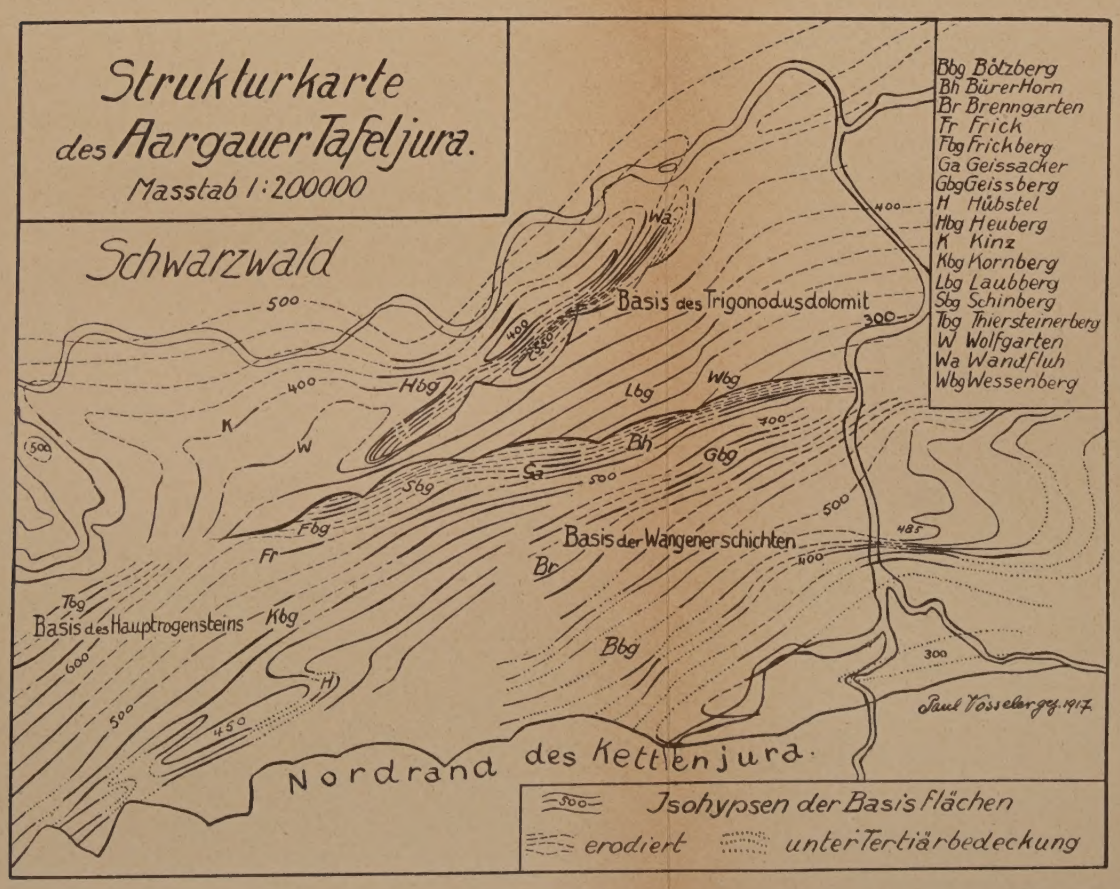
Seit 1913 befinde ich mich mit Unterbrechungen im Dienst der Basler Knaben-Sekundarschule.



Figur 1.



Figur 2.



Figur 3.